修复前外科与义齿和义颌修复

胡敏　丁仲鹏　田慧颖　主编

科学出版社
www.sciencep.com

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

微信公众号

口 腔 视 频

微信搜索qzkqsp1即可关注

福利1

关注后可观看正畸、修复、种植等精彩内容

福利2

关注后领取口腔解剖病理学视频讲座全集

福利3

加入视频分享交流群，解答疑难病例，获取更多视频资源

扫二维码，关注公众号
领取更多口腔资料

(R-2086.0101)

修复前外科与义齿和义颌修复

胡 敏 丁仲鹃 田慧颖 主编

内容简介

本书内容主要包括口腔颌面部修复的解剖学基础、口腔颌面部修复的生物力学基础、为口腔颌面部修复准备的牙髓和牙周手术、口腔硬软组织的修整手术、牙槽嵴增高术、种植外科、为口腔颌面部修复准备颌骨缺损修复、特殊的修复前外科如正颌外科、赝复体的制作以及计算机辅助修复前外科等；同时，还简要介绍了修复前外科的进展以及修复前外科概念的变化，是一部内容全面、新颖、临床实用的修复前外科专著，可供口腔修复科、口腔颌面外科、头颈外科、整形外科、耳鼻喉科及眼科等学科医师参考，也可作为医学院校学生的课外读物。

章节目录

第一章 修复前外科的进展
第二章 口腔修复的解剖学基础
第三章 口腔修复的生物力学基础
第四章 修复前的牙体、牙髓和牙周的准备
第五章 口腔硬软组织的修整手术
第六章 牙槽嵴增高术
第七章 种植外科
第八章 颌骨缺损修复
第九章 为义齿修复进行的正颌外科和颞下颌关节外科
第十章 颅颌面部缺损的赝复体修复
第十一章 计算机辅助修复前外科
第十二章 康复治疗与修复前外科和赝复治疗

ISBN 978-7-03-019015-4

9 787030 190154 >

科学出版社 医药卫生出版分社

E-mail: med-prof@mail.sciencep.com

定 价：78.00 元

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

修复前外科与义齿和义颌修复

主　编　胡　敏　丁仲鹃　田慧颖
副主编　谢　旻　许亦权　梁　军
　　　　李岩峰　李　罡

科学出版社
北　京

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

内 容 简 介

本书内容主要包括口腔颌面部修复的解剖学基础、口腔颌面部修复的生物力学基础、为口腔颌面部修复准备的牙髓和牙周手术、口腔组织的修整手术、牙槽嵴增高术、种植外科、为口腔颌面部修复准备颌骨缺损修复，以及特殊的修复前外科，如正颌外科、赝复体的制作以及计算机辅助修复前外科等，同时，还简要介绍了修复前外科的进展以及修复前外科概念的变化，是一部内容全面、新颖、临床实用的修复前外科专著，可供口腔修复科、口腔颌面外科、头颈外科、整形外科、耳鼻喉科及眼科等学科医师及医学院校学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

修复前外科与义齿和义颌修复 / 胡敏，丁仲鹏，田慧颖主编. —北京：科学出版社，2007

ISBN 978-7-03-019015-4

Ⅰ. 修… Ⅱ. ①胡… ②丁… ③田… Ⅲ. ①口腔颌面部疾病-口腔外科手术 ②义齿学 Ⅳ. R782 R783.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 074746 号

责任编辑：向小峰 黄 敏 / 责任校对：曾 茹

责任印制：刘士平 / 封面设计：黄 超

版权所有，违者必究。未经本社许可，数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 6 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2007 年 6 月第一次印刷 印张：15 1/4

印数：1—2 000 字数：354 000

定价：78.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频

口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

《修复前外科与义齿和义颌修复》编写人员

主　　编　胡　敏　丁仲鹍　田慧颖
副 主 编　谢　旻　许亦权　梁　军
　　　　　李岩峰　李　罡
编　　者　（按姓氏笔画排序）
　　　　　丁仲鹍　昆明医学院口腔医学院
　　　　　田慧颖　中日友好医院
　　　　　吕长胜　中国医学科学院整形外科医院
　　　　　许亦权　解放军总医院第二附属医院
　　　　　杨　舸　解放军总医院
　　　　　李宇飞　中日友好医院
　　　　　李岩峰　解放军总医院
　　　　　李　罡　昆明医学院口腔医学院
　　　　　吴　勇　解放军总医院
　　　　　陈　琛　中日友好医院
　　　　　胡东升　解放军总后勤部第一门诊部
　　　　　胡　敏　解放军总医院
　　　　　梁　军　解放军总医院
　　　　　谢　旻　解放军总医院第二附属医院
　　　　　常国 史纲　日本人工修复体研究所

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

序

口腔颌面部是人们最重要的外貌部位，并具有特定的解剖部位、组织构筑特点和多种重要生理功能，其生理功能众多且复杂，涉及咀嚼、吞咽、语言、呼吸、表情以及与以上有密切关系的感觉与运动功能。口腔颌面部因肿瘤或外伤所造成的组织缺损，使外形改变，功能严重受损或丧失，口腔颌面部原可利用的修复条件也随之缺乏或丧失。因此，利用外科手段为修复、改善创造最佳条件是十分重要的。

口腔医师肩负着修复、改善功能和重建美好容貌的使命，修复前外科学与修复学一样有着很长的历史，随着时间的推移和科学技术的进步，其概念和临床实践也在不断地发展和变化。我和洪民教授一直都认为修复学与口腔外科学二者必须紧密结合，共同促进与提高，长期以来也是这样实践的。

胡敏教授长期从事口腔外科工作，并极为重视与实践修复前外科准备，有较丰富的临床经验和有关科学研究，并邀请同道撰写了这本专著，到目前为止，在我国口腔颌面外科领域内尚无一本类似的关于修复前外科学的专著出版。

该书共12章，内容广泛，涉及从口腔颌面部修复对局部解剖学和外科学的要求到有关的生物力学研究，从口腔局部硬组织和软组织的修整到组织移植修复缺损，从种植外科到计算机辅助修复前外科。编者还参考了大量文献，力求实用，是一本内容较详尽的参考书。

我衷心地希望我国的口腔医学不断发展，为患者取得治愈与提高生存质量并重、形态与功能恢复高度统一的满意效果。

周继林

2006年11月15日

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

前　言

医学是一门艺术，口腔医学涉及功能和容貌诸多方面，修复学是口腔医学中重要的学科之一。星转斗移，修复学的内容和手段在不断更新，治疗效果日趋完善，而修复前外科既是口腔颌面外科的一个主要分支学科，又与修复学的发展紧密相连，相互推动，不断发展。

修复前外科的内涵在不断完善和更新，已不仅仅是牙槽突外科或简单的植骨修复缺损，时至今日，为口腔颌面部修复(包括牙齿缺损、牙齿缺失、牙列缺损、牙列缺失、组织或器官缺失等)做准备的有关治疗都应该被视为修复前外科，它涉及根管外科、牙周外科、牙和牙槽突外科、以骨和软组织及器官缺损或缺失修复为主的修复重建外科、正颌外科以及种植外科等。口腔医学的发展已非昔日可比，学科划分越来越细，新技术不断出现，在这种形式下，口腔科医师更要对口腔修复学和口腔外科学及其他相关学科有所了解，从而使患者受益。

本书在编写过程中得到了许多专家和同事们的大力帮助，在此一并表示衷心的感谢。几易其稿，今日终于完成。但是，由于作者知识有限，难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。在此抛砖引玉，望大家不吝赐教。

胡　敏

2006 年 11 月 20 日

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

目　录

序
前言
第一章　修复前外科的进展……(1)
第一节　修复前外科概念的变化……(1)
第二节　口腔修复理论的发展……(6)
第三节　材料学的发展……(7)
第二章　口腔修复的解剖基础……(20)
第一节　口腔修复对硬软组织的要求……(20)
第二节　牙槽嵴萎缩……(23)
第三节　颌骨周围重要结构及应用……(27)
第四节　用于修复颌骨缺损的组织瓣的应用解剖……(29)
第三章　口腔修复的生物力学基础……(36)
第一节　口腔修复生物力学研究的基本手段……(36)
第二节　与活动义齿修复有关的生物力学……(41)
第三节　与固定义齿修复有关的生物力学……(54)
第四节　与种植义齿修复有关的生物力学……(62)
第五节　颌骨相对位置关系的变化与生物力学……(69)
第四章　修复前的牙体、牙髓和牙周的准备……(77)
第一节　修复前的牙体治疗……(77)
第二节　修复前牙周治疗……(90)
第五章　口腔硬软组织的修整手术……(99)
第一节　牙槽骨修整术……(99)
第二节　下颌隆突修整术……(100)
第三节　上颌结节肥大修整术……(102)
第四节　腭隆突修整术……(103)
第五节　唇颊沟加深术……(104)
第六节　唇系带矫正术……(107)
第七节　舌系带矫正术……(108)
第八节　牙槽突软组织增生修整术……(109)
第六章　牙槽嵴增高术……(111)
第一节　牙槽嵴绝对增高术——骨性重建……(111)
第二节　牙槽嵴相对增高术……(116)
第三节　牵张成骨牙槽嵴增高术……(118)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第七章 种植外科……………………………………………………（125）
第一节 概述……………………………………………………（125）
第二节 种植义齿的适应证、禁忌证和成功的标准 ……………………（125）
第三节 种植体手术基本程序……………………………………（127）
第四节 骨组织手术……………………………………………（131）
第五节 软组织处理……………………………………………（135）
第六节 种植体手术并发症………………………………………（136）
第七节 腓骨垂直牵引成骨重建牙槽嵴……………………………（138）
第八章 颌骨缺损修复………………………………………………（142）
第一节 颌骨缺损修复与义齿修复…………………………………（142）
第二节 下颌骨缺损及修复………………………………………（144）
第三节 上颌骨缺损及修复………………………………………（158）
第四节 现代技术在颌骨缺损修复中的应用…………………………（170）
第九章 为义齿修复进行的正颌外科和颞下颌关节外科………………（180）
第一节 为义齿修复进行的正颌外科………………………………（180）
第二节 为义齿修复进行的颞下颌关节外科…………………………（186）
第十章 颅颌面部缺损的赝复体修复…………………………………（191）
第一节 颅颌面赝复体修复的进展…………………………………（191）
第二节 颅颌面部赝复体及其修复前外科……………………………（192）
第三节 赝复体的制作……………………………………………（198）
第十一章 计算机辅助修复前外科……………………………………（204）
第一节 计算机辅助外科的几个基本内容及其作用……………………（204）
第二节 计算机辅助修复前外科……………………………………（213）
第三节 计算机辅助外科应用的制约………………………………（221）
第十二章 康复治疗与修复前外科和赝复治疗…………………………（224）
第一节 康复治疗的基本概念………………………………………（224）
第二节 修复前外科与功能评定……………………………………（226）
第三节 康复治疗的过程和基本方法………………………………（229）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第一章 修复前外科的进展

口腔是人体消化系统一个非常重要的组成部分，它具有咀嚼、语言、吞咽等一系列复杂的功能，牙齿以及承载牙齿的牙槽骨和颌骨的缺损及缺失都会对这些重要的功能产生很大的影响，义齿修复可以在很大程度上帮助恢复功能，修复前外科就是利用外科手段为义齿修复创造条件。

尽管口腔科医生们保存牙齿的能力已有了极大的进步，但是，对于部分或全部牙列缺失的修复仍有很大需求。老龄化社会的到来，无牙颌或部分无牙颌的患者人群会有所增加，在口腔颌面外科领域中承托义齿或义颌区域以及周围组织的外科改善是一种正在增加的挑战，修复前外科就是根据义齿修复的要求，旨在使义齿能很好地行使功能，消除义齿基托引起的压痛以及其他一些并发症，而在牙槽骨及其周围组织进行的外科手术，有时牙槽嵴和前庭沟区域有些小的改善就能明显地改善义齿的稳定和固位，已有许多外科手术被用于这种目的；有时牙槽骨或周围软组织变化明显，常常需要比较广泛的外科手术处理，以便为义齿修复提供良好的准备。而随着科学技术的发展，现代口腔医学也在不断飞速发展，义齿修复技术也随之发展，用于义齿修复的新技术和新材料不断涌现，并且对修复前外科提出了更高的要求，其中，种植义齿是发展最为迅速的领域之一，而且，种植也为颅颌面缺损的赝复体修复创造了前所未有的条件。由于肿瘤切除或创伤等原因造成的颌面部组织缺损，有多种手段进行修复，无论何种修复，如果最终不能恢复或改善功能，而仅仅改善了容貌，都是不完整的修复。为功能修复而进行的正颌外科手术和颞下颌关节手术等也成为修复前外科的有力手段。

第一节 修复前外科概念的变化

口腔修复学可以定义为利用人工替代材料修复天然牙和(或)代替缺失牙和相邻的口腔及颌面组织，恢复和维护口腔的功能、舒适、美观和患者的健康。而修复前外科是在牙齿缺失后，牙槽骨及周围的软组织(如唇或颊系带)的畸形影响口腔修复时进行的手术，以便为义齿修复创造必要的条件。随着科学技术的发展，现代口腔医学也在不断进步，口腔修复技术也随之更新，用于义齿修复的新技术和新材料不断涌现，不但给修复前外科注入了新的活力，并且对修复前外科提出了更高的要求。因此，口腔外科医生应该掌握较多的修复学发展的新知识，知道术中如何保留有用的牙齿，珍惜牙槽骨、预留牙间隙和调整对合关系，如何对下一步的修复步骤有所帮助；反之，口腔修复医生亦应了解修复前齿槽外科和种植外科的手术及其适应证，对于有条件进行手术者，在义齿修复前或牙体修复前，辅助以必要的外科手术，使义齿修复效果更好。

一、口腔修复学的历史及修复前外科概念的延展

在漫长的人类历史中，口腔医疗的实践活动早在公元前就已经开始了，口腔修复的发展

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

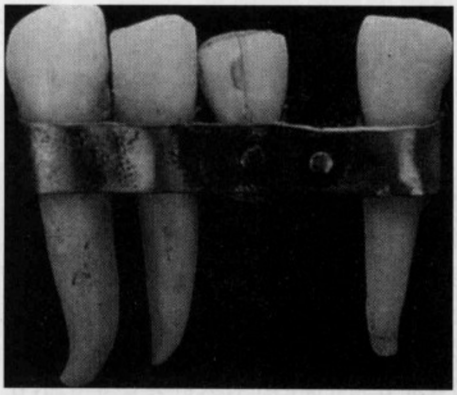


图 1-1 公元前 700 年前的义齿修复

构成了一幅独特的画卷。据历史学家和考古学家考证，人类修复缺失牙的历史可以追溯到几千年前。例如，在公元前 700～500 年即已开始用黄金制造牙冠及桥体。有据可查的是，在世界各地古代墓穴都发现过一些最原始的口腔修复体，这些古代的修复体有的是用离体的天然牙，而有的是用竹、木材，甚至是用兽骨或象牙雕刻而成。在公元前 1000 多年的古叙利亚的墓地中，曾发现用金属带将两个天然牙固定在一起恢复缺失牙(图 1-1)。公元前大约 400 年前的腓尼基人的下颌骨标本上，也有用金丝结扎固定天然牙于邻牙的修复体装置。据记载，公元1050～1122 年，人们用研碎的乳香、明矾和蜂蜜充填龋洞。大约在 1480 年，意大利人 Johannerw Arculanus 开始用金箔充填龋洞。1548 年，出现了第一部口腔医学专著。1728 年，Pierre Fauchard 发表专著，描述了当时采用的各种修复材料及操作技术，其中包括用象牙制作义齿的方法。18 世纪中期，出现全口义齿，同期开始发明用蜡制取口腔印模，并用石膏灌注模型，Bonwill 等发明了合架。1770 年，低熔点合金用于牙科。18 世纪末期及 19 世纪初，land 制作出第一个全瓷冠，桩冠和瓷嵌体出现，但因当时根管治疗技术上不完善，故桩冠技术应用存在很大问题。19 世纪以前，口腔医学的治疗以拔牙为主，这可以说是最早的修复前外科手术了。口腔修复治疗则以全口义齿、可摘局部义齿居多，采用硫化橡胶制作义齿基托。20 世纪，口腔修复技术飞速发展。1925 年，Edward Kennedy 建立了局部义齿分类体系，根据缺牙的部位及义齿鞍基与基牙的关系分为四类。1926 年，Hanau 设计的 H 合架问世，这种半可调式合架除了可以保持义齿的颌关系和义齿的高度，同时可以模拟简单下颌运动，大大提高了复杂可摘局部义齿和全口义齿的制作精度。1937 年出现了丙烯酸树脂基托材料，以后取代了硫化橡胶制作总义齿和局部义齿基托。1940 年，纯钛和钛合金出现，提高了非贵金属铸造局部义齿基托和修复体的性能。1963 年，Kratochril 根据远中游离端义齿修复存在的问题提出 RPI 卡环组设计。1969 年，Atkinson 和 Elioff 建立了观测模型方法。到 20 世纪中期，金属烤瓷修复技术问世，同时由于牙体修复技术发展，使更多患牙被保留，正畸及口腔颌面外科治疗技术亦出现长足进步，使固定义齿修复和口腔颌面赝复技术也得到相应的发展。在 20 世纪 60～70 年代，牙髓病治疗技术发展使大量残根、残冠得以保留，促使固定修复理论技术的发展明显地超过了可摘义齿修复，占据了口腔修复临床的主导地位。20 世纪末期，口腔材料学的飞速发展，如 1983 年，Sozio 等研制出 Cerestore 铝瓷冠；1984 年，Corning 和 Dentsply 公司又研制出 Dicor 铸造陶瓷；20 世纪 90 年代以后，全瓷系统不断完善。修复体美学效果、抗折强度的提高，亦大大推动了临床固定修复的适用范围，使得修复技术不仅仅用于对于缺失牙患者功能上的弥补，而且还不断应用美容修复的范畴。种植义齿则经历了曲折的发展过程。20 世纪 40 年代末出现种植义齿，然后各种种植体层出不穷，形成口腔种植的一个热潮，接着又因过高的种植失败率转入低潮期，直到 20 世纪末期，种植义齿基础研究的突破性进展和 Branemark 教授提出的“骨整合”概念的认可，才使得其成为一种可靠的修复手段，在临床得到日益广泛的应用，并成为 20 世纪末口腔修复学

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

发展的重要标志。

从口腔修复的历史来看，大致可以分以下几个阶段：最早的金丝或铜丝结扎假牙替代物于邻牙（从今天的角度来看，这属于不良修复体），此时是人类开展口腔修复的雏形，能够简单恢复缺失牙的功能已经是难能可贵了，此阶段不需要亦没有修复前外科手术的参与。18世纪以后，以可摘局部义齿、全口义齿为主的口腔修复，随着口腔修复理论的提高和口腔修复材料的改进，经历了大约一个多世纪的时期，修复前外科应该从单纯的拔牙发展到为局部可摘义齿、全口义齿的固位以及更符合戴牙所需的口腔解剖和生理情况所进行的一些齿槽外科手术，可称之为传统的修复前外科手术。20 世纪中后期到现代，固定修复体，如嵌体，桩核、桩冠、全冠、固定桥等，以及固定-活动联合修复体，如附着体等的出现和发展，大大超过了可摘义齿的临床应用。这些新型修复体的临床应用，对于患者口腔和余留牙情况的要求要远远超过可摘义齿的要求，很大一部分病例都需要进行更加复杂的修复前外科处理才能进入固定义齿修复的程序。进入 21 世纪，牙种植修复成为近年来发展最快的学科，给传统的修复学注入了崭新的内容和概念，也解决了以往很多难以解决的问题，如游离缺失的修复等等。伴随其发展，修复前外科技术也达到了前所未有的高度，结合 20 世纪末的发展成就，这可以称之为现代的修复前外科技术。我们认为，现代的修复前外科不但应该包括传统的齿槽外科软硬组织修整技术，而且应该涵盖牙体牙髓、牙周手术治疗，如根管治疗术、牙体半切术及冠延长术等。毫无疑问，各种植骨技术、软组织外科处理技术的应用，统统也都应该归入修复前外科的范畴。

二、现代修复前外科的发展

传统的修复前外科，主要包括以下大的两个方面：口腔内软硬组织的修整和颌位关系的改变。在口腔修复临床上，对于固定修复或可摘局部义齿的义齿修复，最重要的是结合口腔内软、硬组织的条件，考虑相关的生物力学因素及其作用原理，通过合理的设计，达到义齿良好的固位能力，更好地保护天然牙和缺牙区牙槽骨组织，充分发挥义齿的功能。对于一些口腔条件达不到合理设计义齿要求的病例，如尖锐的骨尖、明显的骨突形成的过大的组织倒凹、不能恢复的增生的软组织、松软的牙槽嵴等等，通过修复前外科手术对口腔内软、硬组织进行修整就是必不可免的了。这些常用的口腔内软、硬组织修整术包括牙槽突修整术、骨隆突修整术、系带矫正术、唇颊沟加深术、牙槽嵴增高术等等。而对一些颌面部畸形伴有缺失牙，希望能够进行牙齿修复的患者，由于颌位关系的不正常，常常需要在修复前通过外科手术改变其颌位关系后才能够给予正常的义齿修复。

由上节所述，由于口前修复学的飞速发展，现代修复前外科技术也在不断进步，其概念和范畴较以往有了很大的延伸。大致可分为：

（一）牙体缺损的修复前处理

牙体缺损的修复治疗中常用的有贴面、嵌体、部分冠、全冠、桩冠、桩核冠等等，按照牙体缺损由小到大的程度，可以选择这样的一个修复顺序：嵌体-部分冠-全冠-桩冠。由于固位和美观的因素，常常涉及手术改变牙冠高度和保留牙根等的问题。常见的有牙冠延长术、根管治疗术、牙根切除术和牙体半切术等。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

对于一些残根、残冠，断端已位于龈下，或牙齿临床牙冠过短，不足以为各种修复体提供足够的就位空间时，临床上如果直接进行牙体修复治疗，势必会导致修复体与牙断端的不密合或长期刺激牙龈，继而形成继发龋及牙周病变。在这种情况下，则必须以手术增加临床牙冠的长度。临床牙冠的定义是指从牙齿冠方到牙槽嵴顶的牙齿部分。牙冠延长术可在不必迫使修复体冠边缘深入牙龈组织的情况下，为修复体的就位提供足够的空间。

牙髓治疗技术的发展，使得完善根管治疗后的残根残冠能够得以在口腔内长期保留。由于口腔修复技术的进一步发展，更多的残根残冠可以被利用起来，用桩核冠或桩冠来恢复它们的高度达到咬合面，从而恢复它们的咀嚼功能。因此，根管治疗作为修复前外科处理的一部分，也变得越来越重视。其一，完善根管治疗后的残根可以长期保留于牙槽骨中，延缓牙槽骨的吸收，制作覆盖义齿，对协助修复体固位和行使咀嚼功能大有益处。其二，为了保证桩核冠修复的成功，根管治疗必须彻底、完善，保证根尖区良好的封闭性，预防根尖周病的发生。

一些涉及根分叉病变的牙齿，在修复前需要进行牙根切除术或牙体半切术等手术治疗。牙根切除术是指切除病变的牙根，保存余留牙根、牙冠。牙半切术是指从牙冠到根分叉将牙齿断开，形成两个基本上一样大的牙冠，然后分别进行全冠修复，可做成联冠或单冠。据记载，类似的手术方法在 100 年前已经有人采用过，其真正意义上的广泛开展则是近年口腔修复技术大大提高的时期。

（二）牙列缺损的修复前处理

临床上牙列缺损需要修复的情况是多种多样，在这许许多多的初诊病例当中，对于口腔修复的医师来说，无需其他科室处理，直接取模修复的这样的理想的状况是不多见的。必须在仔细对患者口腔检查后，结合口腔 X 线片，为患者设计出一个合理的诊疗计划，这其中就包括了以上讲的牙体牙髓治疗，以及为了达到修复条件而对口腔内牙周、牙槽骨以及余留牙进行的外科手术。其中包括：

1. 膜龈外科手术　对于因牙龈炎症引起的膜龈缺损且要求进行牙齿修复的患者而言，通常需要实行游离软组织自体移植。膜龈手术至少要在义齿修复前两个月实施，这可以为龈缘处组织的成熟提供充足时间，使随后的修复治疗不会出现临床炎症的反复。角化牙龈的增加为游离龈缘和周围牙龈组织提供了稳定性，在牙龈维持健康的环境下便可以进行义齿修复。

2. 修复前外科正牙术　外科正牙术，也称为牙外科正畸术，最早为成年人牙列畸形矫正的方法之一，对于上前牙的个别畸形错位矫正有一定的效果。回顾外科正牙术历史，由于时代变迁和社会不断进步，常规牙正畸治疗和正颌手术的快速发展，单纯外科正牙的手术方法因为达不到更高更好的要求，已很少使用。但其与现代口腔修复技术联用，又焕发出新的生机。如现在一些牙列缺损的患者，同时伴有牙列不齐或牙槽突异常，先做外科正牙术，符合条件后再行义齿修复，只有这样才能达到良好的修复效果。所以，外科正牙术亦应成为修复前外科处理的常规手术之一。

3. 改变齿槽突的问题　常规的齿槽外科手术如骨尖、骨隆突的去除亦常常使用，但对于修复体美观效果、固位要求的不断提高和修复材料的发展，使得现在有更多的方法来对齿槽突进行修复前外科处理。如采取植骨或植入羟基磷灰石等生物材料来增加牙槽嵴的高

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

度，达到提高义齿固位力的要求，或为种植义齿修复创造必要的条件。

4. 余留牙的保存或拔除问题　现代口腔内余留牙的保存较以往有了很大的进步，在以前认为一些没有保留价值，符合拔牙指征的牙齿在今天看来都是有技术手段可以保存的，都可以通过不同的修复手段来使其恢复咀嚼功能，或协助修复体使其行使咀嚼功能。一般说来，对于牙槽骨吸收达到根长2/3以上，牙松动大Ⅲ度者应予以拔除，对未达到这一严重程度的牙齿，应经有效治疗后尽量予以保留。对于残根拔除或保留，应根据牙根的缺损破坏范围、根尖周组织的健康情况，并结合治疗效果与修复的关系综合考虑。如果残根破坏较大，缺损达龈下，根周组织病变范围较广泛，治疗效果不佳者，可考虑拔除；如果残根较稳固，根周组织无明显病变或病变范围较小，同时对义齿的支持和固定有作用者，则应进行根管治疗和保留。总之，对于一切经过有效治疗有可能保留的牙齿应尽量予以保留，这对于下一步义齿修复有着积极的意义。

5. 创伤或手术遗留的瘢痕　除临床常见的唇、颊及舌系带影响义齿固位需要手术处理外，有时，创伤或手术也会造成局部瘢痕妨碍义齿固位（图1-2），必须依靠手术修整。



图1-2　创伤造成下唇系带及前庭沟瘢痕

（三）牙列缺失的修复前外科处理

随着社会老龄化的进程，牙列缺失将在人群中保持一定的比例，据我国第二次口腔健康流行病学调查报告，在65～74岁的受检人群中，全口牙列缺失者占10.51%，因此全口或半口义齿修复仍将是牙列缺失人群的首选治疗方案。其修复前外科处理常常也是必不可少的。其中包括牙缺失后行义齿修复前会发现牙槽突上有一些有碍全口义齿就位及承受合力的畸形，如锐利骨嵴、骨尖及骨突等，这些部位易导致全口义齿组织面黏膜压痛、摘戴困难和翘动等问题，可采用牙槽突修整术，将影响义齿修复的骨尖、骨嵴和骨突手术去除。上颌结节较大时，其颊侧骨突常形成明显的组织倒凹，当两侧上颌结节同时存在明显组织倒凹时，将影响全口义齿颊侧基托边缘的伸展和义齿的就位。此时应手术去除上颌结节颊侧骨突，使义齿能斜向就位。有些患者上颌结节下垂时有可能与下颌磨牙后垫过于接近，此时需手术去除上颌结节的下垂部分，使上下颌牙槽嵴之间有足够的修复间隙。骨隆突是局部颌骨的发育畸形，常见有发生于硬腭正中部的腭隆突以及双侧下颌前磨牙舌侧的下颌隆突，多表现为局限的圆形突起，质地坚硬，表面光滑，黏膜正常。若下颌隆突过大时，其下面形成较大倒凹，影响全口义齿寄托边缘伸展和边缘封闭，不能用缓冲基托组织面的方法解决者，在修复前也应做外科修整。重度牙周病或长期戴用不良修复体的患者可造成牙槽突骨质严重吸收，导致牙槽嵴低平，唇、颊沟过浅影响全口义齿基托边缘伸展，基托吸附面积减小，固位力降低，同时低平牙槽嵴抵抗侧向力的能力较差，可采用外科手术将唇、颊侧前庭沟加深，相对增了牙槽嵴的高度，可增强义齿的固位和稳定。松软牙槽嵴常见于上下颌前部牙槽嵴。局部所受咬合压力过大或创伤性作用力所至，牙槽嵴骨质过度吸收，而代之以增生的纤维结缔组织，牙槽嵴黏膜肥厚、松软，移动性大，影响全口义齿的固位，可通过手术切除过于肥厚，松

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

软、活动部位的黏膜组织。还有一些长期戴用基托不密合、固位差，动度明显的全口义齿，其基托唇侧边缘对黏膜的长期、慢性机械刺激导致黏膜成瘤状炎症性增生，增生组织成多层褶皱状，基底宽，可有溃疡。多发生在上颌唇侧前庭沟底，偶见于下颌，再次行全口义齿修复时，增生明显妨碍义齿就位者必须进行手术切除。

（四）种植义齿修复前的外科处理

牙种植术是20世纪末再次兴起后，随着科学的进步，由口腔医学新理论、新技术互相结合，综合发展而形成当代口腔医学中发展最快、亦非常活跃的学科之一。种植义齿手术设计时常常可遇到拟种植区骨宽度或高度不足以容纳种植体（即种植区骨量不足）的问题，此时必须用外科的各种手术方法来进行修复前的处理。目前常用的有骨移植技术、引导骨组织再生技术（guided bone regeneration，GBR）及牵张成骨技术（distraction osteogenesis，DO）。临床常见的骨移植方式有单纯自体骨移植、单纯骨代用品移植、骨代用品联用自体血或血小板凝胶、自体骨联用非自体骨代用品和骨代用品联用屏障膜。结合GBR技术和DO技术，分别用不同处理方案来解决上颌骨骨量不足和下颌骨骨量不足的问题。具体的手术技术和方案将在以后的章节中详细介绍。

第二节 口腔修复理论的发展

以往的口腔修复主要局限于恢复缺损组织的解剖外形和生理功能，而对于修复体与整个口颌系统的生物、生理协调性考虑较少。随着科学技术的发展，人们对生命体认识的不断深入和完善，以及现代科技提供的先进手段和材料，21世纪的修复将向着符合理想生物力学、理想生理功能的方向发展。

为达到理想的修复，目前主要从三个方面考虑：符合生物力学的修复设计，生物活性材料的应用以及创造最佳修复条件。

修复设计主要从几个方面使修复体与人体、口颌系统达到生物、生理功能的协调。首先，修复体必须能促进口颌系统的健康。修复体所承受的力量应能得到广泛均匀分布，并且这个力量还能促进周围软硬组织的健康。修复体的设计必须使修复体在口颌系统运动过程中保持协调一致，促进正常的神经反射。目前，这方面的研究主要是对材料物理性能、对可摘局部义齿、固定义齿、全口义齿、种植义齿、颌面部缺损等各种修复体设计的力学研究以及相关的颌骨力学研究。其次，修复体的长期稳固也是促进口颌系统健康的重要方面。修复体的稳固与其支持组织的稳固互为促进作用。健康稳固的支持组织是修复体长期稳固的基础，修复体良好的稳固设计是支持组织长期健康稳固的保证。反之，由于修复体的松动必将导致支持组织损伤、松动，而松动的支持组织将加速修复体的松动脱落。最后，修复体恢复功能的设计也对口颌系统的健康产生影响。修复的目的是要恢复功能，但是恢复功能的多寡与周围组织的条件相关。不切实际地最大限度恢复功能只能对支持组织产生不利甚至有害的影响。

具有生物活性的材料将作为主要的植入材料而被植入人体，钛种植体应用于临床已有几十年的历史，为了使钛种植体尽早地和更好地与周围组织产生生物性结合，许多学者采用了复合生物活性材料或生物因子于种植体表面的方法。针对提高生物活性陶瓷种植体强度

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

和韧性的研究也取得进展。新型组织工程形成的人工替代器官将用于修复缺损的组织器官，通过外科手术为永久修复创造最佳修复条件成为必要常规，外科为修复创造理想的修复条件主要包括：通过自体、异体骨移植和组织工程形成的人工骨修复缺损的骨组织；通过牵张成骨提供形态良好的牙槽嵴；种植体的植入将为义齿的修复提供理想的支持固位装置；通过外科手术改变系带附着位置，去除过度增生的软组织，改善基托覆盖软组织的状况。总之，修复前外科与外科修复使修复学与外科学的联系日趋紧密，理想的修复往往需要修复科、外科甚至正畸科、口腔内科等的协作。

第三节　材料学的发展

材料学是现代医学治疗学和方法学的重要基础之一，是医学临床治疗实践得以实施的必要条件。医学材料的发展和变革往往带来医学临床治疗手段和方法的飞跃，开创新的发展阶段。在进行口腔修复治疗的过程中，通常需要患者具备一定的口腔软硬组织条件，但是一些患者并不具备这些条件，因此对此类患者需要使用特定的材料，通过外科手术的方法来重建患者的口腔修复条件。在这一过程中，需要用到的材料包括骨替代和重建材料、种植材料以及赝复体材料。随着现代生物材料科学的不断发展，有关这些材料的研究也极为活跃，新型材料不断出现，治疗效果也日臻完善。

所涉及的各类材料需要具备下列基本性能：

(1) 生物性能：材料首先必须具有良好的生物性能，材料不能引起不确定的炎症反应或表现出免疫原性和细胞毒性。材料本身应能降解而且其降解产物要求可以被吸收、排泄，不能在体内蓄积。

(2) 机械性能：生物材料植入后起初的机械性能是特别重要的，包括它们的压缩强度、拉伸强度以及弯曲强度，其中压缩强度与所替换皮质骨的关系最为密切。这些性质必须与所修复再生的组织的性质尽可能的相似。在使用过程中，治疗初期要求材料要有适当的支撑力，治疗中材料的降解速度与组织新生速度应具有协调性，避免产生“应力遮蔽”(stress shielding)现象或植入材料的形变。

(3) 可消毒性：植入材料一定要便于消毒、灭菌处理。所用的消毒方法不能干扰材料的生物活性或影响材料生物性能和降解性能。

(4) 可加工性：可通过常规的加工方法制成需要的制品而不会引起材料的性能改变；材料的原料来源和价格具有商品化的可行性。

一、骨替代和重建材料

在口腔修复治疗的过程中，由于牙周病变、创伤、肿瘤、增龄性改变等引起的患者骨量的不足，可以严重地影响治疗效果。在活动义齿和全口义齿的修复治疗中，承托区骨量不足会引起义齿的不稳定，甚至导致义齿固位力的严重下降，因此，一部分牙槽嵴低平的患者始终无法获得满意的修复效果，甚至为了充分利用余留牙的固位效能而不得不选用操作复杂并且价格昂贵的修复方式。在采用固定义齿修复的患者中，基牙牙周骨组织的不足对修复方式的选择和桥体的设计同样造成极大的困扰。而对于需要进行种植义齿修复的患者，种植

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

区域内牙槽骨量的不足则常常使患者失去使用种植方式修复的机会。因此，如何选用适当的骨替代和重建材料，通过外科手术操作使患者不足的骨量得到恢复是一项当前十分重要的工作。

当前，用于骨组织替代和重建的材料主要有以下几类，分别是骨移植材料、生物陶瓷材料，以及研究中受到普遍重视的组织工程材料和通过生物矿化原理合成的新型材料和具有生物压电活性的骨修复材料。

（一）骨移植材料

1. 自体骨　自体骨移植是指同一个体内的骨组织从一个部位移植到另一部位。早在20世纪50年代就有报道用自体髂骨移植增高牙槽嵴。新鲜自体骨具有无抗原性、骨诱导能力强、机械强度高、移植后成功率高等优点，是临床修复骨缺损时最常使用的材料。自体骨移植分为自体骨游离移植、带蒂或带血管和吻合血管的骨移植。口腔手术中使用的自体骨通常来源于上颌结节、髂骨和肋骨。但取骨需要开辟第二术区，额外增加创伤、感染机会及手术时间，并且来源极为有限。这些因素促使开展异体骨移植及人工生物材料的研究。

2. 异体骨　自 Macewen(1880 年)首次应用异体骨修复骨缺损以来，异体骨移植已经历百余年历史。早期的异体骨移植研究主要集中在异体骨的去抗原性问题上。然而，仅消除异体骨的抗原性，并不能使其成为一种比较理想的骨替代材料。随着骨传导性、骨诱导性和骨生物力学研究的深入，不断改进异体骨，使异体骨接近或达到骨替代材料的基本要求。目前在临床上经常应用的材料主要有异体脱矿骨、异体深冷冻骨和异体冻干骨。

异体脱矿骨具有良好的组织相容性、骨诱导性和骨传导性，其最大优点在于塑形方便和具有异位骨诱导活性。但异体脱矿骨的最大缺点在于其力学强度明显低于正常骨，这决定了异体脱矿骨只能作为充填材料，不适用于负重骨缺损的修复。同时，异体脱矿骨移植后在被宿主吸收和宿主新骨形成的过程中，所形成的新骨不能完全恢复异体脱矿骨移植前的原有形态，而且其形成的新骨量具有不可预测性。因此，异体脱矿骨不适用于外形要求很高的颌面畸形修复。为了弥补异体脱矿骨的缺点，对异体骨进行部分脱矿处理制备成的表面脱矿骨，其力学强度可以达到正常骨的40%～60%，可用于修复大型骨缺损，但远期效果有待于观察。

异体冻干骨具有与异体脱矿骨相类似的生物学特性，骨诱导活性很低仅作为充填材料。异体深冷冻骨具有良好的组织相容性和一定的骨传导性，它的优点在于具有较高的力学强度，适用于修复下颌骨缺损。但由于异体深冷冻骨缺乏骨诱导活性，它在骨修复重建中只能起到支架作用。

3. 异种骨　异种骨移植是指不同种属个体之间的骨组织移植。由于其取材于动物，来源广泛且方便，避免了自体骨移植二次手术可能引起的并发症，并可缩短手术时间，减轻患者的痛苦而且没有同种异体骨移植可能导致传染病的危险，因此，在临床上具有一定意义。

16世纪以来，在欧洲不断有人试图用牛角、牛骨、象牙等植入人体行内固定或填补骨缺损。随着骨免疫学、生物化学等研究的深入，科学家们采用了各种物理、化学方法来去除细胞、蛋白质、脂肪等有机质，从而去除移植骨的抗原性，并在实验研究和临床应用中取得了一定效果。到目前为止，常用的去除异种骨抗原性的方法和由此处理的异种骨有以下几种基本类型。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(1) 煮沸异种骨:煮沸骨虽破坏了移植骨的抗原,但也破坏了骨形成蛋白(bone morphogenetic protein, BMP),使骨诱导作用完全消失;并使骨胶原凝固和变形,造成哈佛系统的阻塞,不利于血管的再形成,也不利于爬行替代过程的进行,妨碍了正常的生物学修复过程。

(2) 去蛋白骨:一般采用乙二胺提取小牛骨的蛋白。这种处理后的骨机械强度较差,可用于小范围的骨缺损修复。因为去除了有机成分,克服了受区与供骨之间组织相容性的差异,仍保留了成骨活性。

(3) Kiel 骨:来自新鲜小牛骨,通过去除部分骨内蛋白而制成,经现代免疫检测技术和近年来的实验和临床研究证实,Kiel 骨在兔或人的体内抗原反应很弱,但缺乏主动的骨诱导反应。

(4) 其他类型的异种骨:尽管 Bessett 和 Creighton 应用冻干小牛骨在实验和临床取得了成功,但是,以后的实验发现,长期临床结果没有同种库存骨满意,因而这种方法逐渐被废弃。

(二)生物陶瓷材料

1. 羟基磷灰石 人体骨组织主要由羟基磷灰石结晶和胶原组成。羟基磷灰石作为陶瓷类材料,具有金属类材料所没有的生物活性,在口腔颌面部的应用更为广泛。羟基磷灰石的生物学活性主要表现在骨传导性方面,其良好的生物界面使材料与宿主骨融合。生物陶瓷类骨替代材料最大缺点是力学强度差,不适于修复负荷重力的骨缺陷。因此,目前研究的重点是如何提高生物陶瓷类材料的力学性能和进一步提高其骨传导性。尽管通过改良制作工艺,将纯羟基磷灰石加工成高密度的羟基磷灰石但并不能使其达到具有临床意义的力学强度。相反,高密度羟基磷灰石的骨传导性方面较多孔羟基磷灰石明显降低。

由于纯羟基磷灰石的力学强度低,研究和开发羟基磷灰石复合陶瓷类材料成为一个方向。羟基磷灰石复合陶瓷类材料的种类主要包括:改变羟基磷灰石成分和显微结构的复合羟基磷灰石、羟基磷灰石/生物活性玻璃复合物、惰性陶瓷颗粒或金属纤维增强羟基磷灰石、羟基磷灰石/聚氧化乙烯复合物、磷酸钙骨水泥和羟基磷灰石涂层金属种植体等。值得关注的是,羟基磷灰石涂层金属种植体在克服金属类材料生物惰性及缺乏骨传导性的同时,也解决了生物陶瓷类材料的力学问题。但是羟基磷灰石涂层金属种植体并不如预想的那样理想,关键问题在于羟基磷灰石不能长期稳固地存留在金属的表面。羟基磷灰石具有一定的可降解性,其涂层厚度通常在 40~200μm。虽然对牙种植体磷灰石涂层的研究较多,但作为骨替代材料,关于羟基磷灰石涂层的最佳厚度尚无相关研究。羟基磷灰石涂层应具有适当的孔隙率和孔径,以保证良好的骨传导性。然而,提高羟基磷灰石的孔隙率和孔径又面临强度降低的问题。同时,羟基磷灰石与金属界面能否牢固的结合也是需要解决的问题。尽管如此,羟基磷灰石涂层金属骨替代材料是一个有前途的研究方向。

除羟基磷灰石外,其他生物活性陶瓷类材料还包括天然珊瑚、天然珊瑚转化的羟基磷灰石(即珊瑚羟基磷灰石)、羟基磷酸钙钠、磷酸三钙和磷酸钾钠钙等。这些生物陶瓷类材料虽然在改善显微结构提高骨传导性和复合各种生长因子提高骨诱导性方面做了大量的工作,但在生物力学特性研究方面并无很大进展。

2. 生物玻璃陶瓷 生物活性玻璃陶瓷(bioactive glass-ceramics, BGC)具有优良的生

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

物活性、生物相容性、化学稳定性及机械强度，并且植入人体后与体液相互作用能在局部产生较高的 pH，从而有一定的抗菌能力，可有效地防治植入局部的感染，在生物医学领域中广泛应用于人工种植牙、填充型人工骨、人工颌骨、人工关节、人工颅骨的制作，取得了良好的临床效果。

生物活性玻璃陶瓷是在母体玻璃的基础上经微晶化处理后，发育生长出微细晶体而形成的，其组成的共同特征是含有大量的磷、钙元素。植入人体后，在体液的作用下，首先在植入体表面形成 30～40μm 的富 Ca、P 层。植入后 7～10 天，形成磷灰石微晶，并有纤维长入晶粒间隙。同时，多糖类物质、黏糖蛋白等细胞外基质在其表面形成 80～100μm 厚的无定形带，在成骨细胞的作用下被矿化为新骨。由于生物陶瓷的优良性能，在其产生后的 30 年中，一直被不断改进，应用的领域和范围也不断拓宽。现在生物活性玻璃陶瓷的研究较多集中于材料的增强、增韧，以及通过与活性蛋白的复合，使该材料不但具备骨引导作用，而且具备骨诱导性能，以期获得更加完善的临床效果。

3. 可注射陶瓷材料 自从 1892 年，当石膏被首次用于骨的水门汀，陶瓷材料一直被用于辅助骨折固定和填补骨破损。它们能促进骨的向内生长，而且在原位能够固化并具有良好的生物相容性。进一步的研究显示，最常用的几种陶瓷材料，如羟基磷灰石(hydroxyapatite, HA)和磷酸三钙(tricalciumphosphate, TCP)尽管它们的钙/磷比均在促进骨向内生长的所知范围内(1.50～1.67)但在体内仍有不同的特性。总的来说，HA 具有更好的骨成骨作用，而 TCP 则具有更快的降解速度。

根据这一特征，Daculsi 等人研制了二相性磷酸钙(biphasic calcium phosphate, BCP)，即 HA 与 β-TCP 的复合物。BCP 的微粒(60/40 的 HA/β-TCP，重量比)以不同浓度掺和在2%的甲基纤维素凝胶载体中，以便于材料的注射使用。当将此材料植入兔的远端股骨后的10 周时间里，未发现材料成分引起任何不确定的炎症，而且发现沿边界开始的骨向内生长的生长速率比只有 BCP 团块存在的部分要快得多。这可能是由于纤维素将 BCP 微粒分散，提供了一个有剩余空间的陶瓷平台，这样更适合骨及血管的形成。有试验对不同尺寸大小的材料微粒进行了研究，试验证明较小的颗粒有利于骨更快形成，例如，40～80μm 的微粒两周之后，原材料中 50%的 BCP 被吸收。但是，这一材料的主要问题在于材料的初始阶段缺少有效的机械强度。如果骨向内生长得非常快，那么这一问题可能就会被克服，但是缺乏有效的强度可能在手术后会导致损伤部位治疗效果的维持出现问题。

鉴于这些问题，一些研究者开始研究陶瓷糊剂。这种类型的磷酸钙可以原位成形，因此起初它是可注射的，而过了几分钟经过不发热的反应就可以形成高强度的材料。这些磷酸钙根据成形时的沉淀方式可分为四种类型：二水磷酸氢钙(dicalcium phosphate dihydrate, DCDP)，磷酸钙镁(calcium magnesiam phosphate, CMP)，五水磷酸八钙(octacalciam phosphate, OCP)，以及羟基磷灰石缺钙(calcium deficient hydroxyapatite, CDHA)。其中 DCPD 以及 CDHA 是被广泛研究的两种陶瓷糊剂。

当前研究的 DCPD 具有 25～35MPa 的初始强度，这一点较具有多孔性质的骨(5～10MPa)来说要强得多。这种水门汀是用水混合了 β-TCP、一水磷酸二氢钙(MCPM)以及半水硫酸钙构成的。材料的性质还可以通过改变上述成分的组成比来达到，常用的材料成分的比例为 40%的 β-TCP、13%的 MCPM 以及 10%的 CSH(重量比)。这种材料可以制成粉末形式，而且可以通过 γ 射线进行消毒。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

筒状的水门汀(4.7mm的直径×10mm的长度)表现出了完全的生物相容性,在对兔远端股骨(distal femoral chondyle)上5mm直径的创面进行植入手术后,第八周,水门汀几乎全部被骨组织所替换。植入的这种材料很容易成形,并且能和已有的骨组织形成很好的界面。尽管这种陶瓷材料具有很好的机械性能而且被骨替换的速度也比较快,但是有研究发现在植入后DCPD水门汀呈现出了酸性,这可能造成所植入部位周围组织的炎症产生。

与DCPD材料对比,CDHA材料在植入后保持了中性。CDHA类型材料中的一种现在正被几个课题组进行研究。这种磷酸四钙(TTCP)和无水磷酸氢钙(DCPA)的混合物植入时是放在磷酸氢钠溶液中(5～7分钟)。这种材料经γ射线进行消毒,试验证明这种材料在植入小鼠胫骨内8周时间内,未发现不能确定的炎症现象而且骨组织也已形成。对于一个6mm直径、3mm长度的此材料样本,其初始强度为10MPa。但要注意在植入完成前如果与血液接触,此材料会出现一定的腐蚀现象,而且试验表明在第8周此材料仍没有被降解的迹象。为了解决这些问题,其他的一些材料,如藻酸盐、壳聚糖以及胶原蛋白等最近正被研究。

具有相似植入性能的不同CDHA型水门汀已经被研制。一种在磷酸钠溶液中混合了MCPA、TCP和碳酸钙(CC)的材料,其初始压力值为10MPa,在体内12小时后硬化,最大压力值为55MPa,伸张力为2.1MPa。这种材料的压力值指标介于多孔骨和皮质骨之间,而伸张力值却远低于天然骨组织(多孔骨5～10MPa,皮质骨80～150MPa)。

这种材料可以经γ射线进行消毒,在犬科动物胫骨、股骨的干骺端的骨替代试验中未表现炎症现象,而且能够被骨组织所替换。由于上述性质,FDA最近批准了这种材料在骨折固定治疗中的应用。

虽然这种材料还没有被批准在整形外科中使用,但被鼓励在临床试验中使用意味着这种材料可能很快将被用于全身治疗。在犬科动物试验中,我们也注意到在78周的实验期间全部的水门汀没有被完全吸收。鉴于这种材料冗长的吸收过程,人们开始研发其他类型的水门汀,新型材料在植入体内时能呈吸热固化。磷酸钙粉末经γ射线消毒与盐水混合即可植入犬科动物的髋臼的病患处,尽管这种材料的初始强度未见报道,但近期的试验显示在植入的1～2个月时间内,其几乎被完全吸收,而且组织学试验显示在植入12周后,在病患处有薄片状(或哈佛)骨组织出现。

除了少量对那些快吸收水门汀的研究外,总体上来讲,很多现有的磷酸钙材料的降解速度都非常慢,这将减慢在植入位点的骨组织再生。尽管这些粘固材料表现出了良好的生物相容性和非常好的压缩强度,但是拉伸强度却低于天然骨。为了解决这些问题,研究者已经开始研究聚合材料在整形外科中的应用。

二、种植材料

金属及合金材料是研究应用较早的一类种植材料。以钛合金为主的金属类材料,由于具有良好的生物相容性、强度高、刚性好,同时,钛、铬等金属表面能形成一层致密的氧化物保护膜,因而有较好的抗腐蚀性能,作为种植材料而广泛应用于临床。然而,钛合金是一种生物惰性材料,缺乏骨传导性,导致与宿主骨不会发生分子间的结合;同时,由于应力分布不均,可引起金属种植体的松动甚至脱落。因此,金属类种植材料的使用在疗效上有一定的缺

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

陷，为了充分发挥金属材料力学强度大的优点，并改善其生物力学相容性、提高其表面生物活性，研究和应用主要集中在与其他生物材料的复合使用以及金属复合材料方面，例如，钛合金网与松质骨修复颌骨缺损、金属与生物陶瓷复合材料等。

羟基磷灰石涂层种植体自1984年应用于临床以来，发展相当迅速。金属种植体表面生物活性物质涂层可促进种植体周围骨的生长，有助于无粘接的固位，从而提高临床种植体的成功率。为实现这个目的，学者们采用了许多技术如等离子喷涂法、电泳沉积、溶胶-凝胶法及最近出现的仿生溶液生长法等，其中以等离子喷涂法最为常用。但是，每一种方法都有它各自的技术局限性，如羟基磷灰石涂层构相不均匀，晶相不纯，涂层厚度不稳定，表面多孔，与金属基材结合强度低。植入体内后，随着时间的推移，出现涂层吸收、崩解、溶解。在这一领域内要研制出适用的材料还有大量的工作要做。

为了使种植体具备良好的生物相容性和耐用性，还有许多材料被用作种植材料。其中最有前景的是陶瓷类材料。陶瓷材料具有强度高、无毒、生物相容性好、容易与机体组织产生生物化学性结合等特点。其最大的缺点在于脆性大，且弹性模量与骨相差较大，所以，陶瓷种植体在临床上应用较少。其他被认为有一定应用前景的种植材料还有碳素材料、高分子材料，包括丙烯酸酯类材料和丙烯酸酯类复合材料、聚砜等。

三、目前受到重视的新型材料

（一）原位成形材料

在过去的数十年中，原位成形材料获得了巨大的发展，随着对便于临床应用的微创伤材料和组织替代材料需求的增加，对这一领域的探索也在不断加强。原位成形材料可应用于多种组织的修复和重建，也可作为药物缓释载体。理想的原位成形材料必须易于制备，且可以方便地通过注射等简单的方式应用于组织器官。与传统的采用外科方式植入的材料相比，此类材料可以在固化之前充满身体腔隙或组织缺损，从而与周围组织有良好的适合性。原位成形材料通常是液体或低粘度胶体，在体内通过多种机制作用发生固化反应。虽然磷酸钙等无机固体材料也表现出原位成形特点，但大多数原位成形材料为水凝胶态，其中多数是刺激响应性高分子凝胶。大多数此类材料适合于作为软组织修复材料和药物释放载体，也可以作为组织工程中的细胞支架材料。

原位成形材料按固化的机制可大致分为以下四类：生理因素刺激响应材料（比如对体温和pH水平响应）、物理因素响应材料（比如对溶液交换和膨胀响应）、化学反应响应材料（比如对酶、化学反应、光引发聚合反应响应）以及自组装材料。

1. 温度响应材料 随着温度的升高而从溶胶转变为凝胶的生物材料，是制备原位成形材料的一种理想原料。对此类材料而言，理想的转化温度介于环境温度和生理温度之间，这样在临床使用时，除了身体本身发出的热量之外不再需要其他的加热装置来引发材料的凝胶化。此外，一个实用的装置也必须具有一定的可调节性，能够适应装置附件、皮肤、口腔的微小温度差异。制备一个温度响应溶胶-凝胶聚合物系统有三种主要方式：具有低临界溶解温度（lower critical solution temperature，LCST）的聚合物，也就是在环境温度和生理温度间发生溶胶-凝胶转化的聚合物，是理想的候选材料，这些材料当加热超过了低临界溶解温

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

度后，可发生从亲水性向疏水性转化的温度动力学变化，导致聚合物溶液的溶胶-凝胶转化；嵌段共聚物的无序-有序温度动力学变化所导致的自组装也可用来引发此类溶胶-凝胶的转化；最后，温度响应脂质体最近也被用来驱动这种溶胶-凝胶转化。

聚 *N*-异丙基丙烯酰胺[poly(*N*-isopropyl acrylamide)，PNIPAAm]是现在研究最为深入的温度响应材料。PNIPAAm 在低临界溶解温度以下是一种水溶性的材料，但在低临界温度以上是疏水性的，从而导致 PNIPAAm 在达到低临界温度时从溶液中沉淀出来。通过将 PNIPAAm 和其他单体共聚，可以获得具有不同性能和不同低临界溶解温度的材料。例如，和丙烯酸共聚，可以使材料的低临界温度以一种浓度依赖的方式降低；而和交联剂亚甲基-二丙烯酰胺共聚，则可以得到随着温度高于或低于低临界温度，而发生可逆性膨胀或收缩的温度响应凝胶。

Stile 等开发了一种用 NIPAAm 和丙烯酸以及少量亚甲基-二丙烯酰胺聚合的弱交联形式的 PNIPAAm，这种弱交联凝胶可以注射使用，在低临界温度时发生固化且没有明显的体积收缩；在用肽修饰凝胶后，细胞在其表面增殖、生长、分化良好，是一种有前景的可注射组织工程支架材料。

聚醚类材料 Pluronics(环氧丙烯和环氧乙烯三嵌段共聚物)在低温下是水溶性的，当调整为高浓度的水溶液时，嵌段共聚物分子自组装为以环氧乙烯为核心，环绕亲水性聚丙二醇的微团结构。这种微团结构可以方便地将疏水性药物装载在微团的核心部分，而亲水性药物则可以装载在微团的外壳部分。在低温下，15%～20%的 Pluronics 为液态，加热后通过无序-有序转化形成温度可逆性凝胶，这样使 Pluronics 成为一种原位成形材料。体外试验证明，Pluronics 凝胶可以缓释四环素，可以作为口腔短期药物释放载体。在对牙周炎的临床试验中，载有四环素的 Pluronics 可以有效地降低牙周探诊深度和牙龈出血指数。加入了藻酸盐类的 Pluronics 具有较其他口腔粘结材料更长的口腔黏膜粘结时间，药物释放时间也和静脉给药方式相同，降低了药物的全身毒性。

另外一种由环氧乙烷-聚乙、丙交酯共聚物-聚环氧乙烷(PEO-PLGA-PEO)共聚而得的三嵌段共聚物，在室温下是一种溶胶，在体温下则形成凝胶。因为含有 PLGA 片段，所以该材料具有生物降解性，可以在注入部位保持 1 个月左右，可作为较长时期的药物释放载体。

Cui and Messersmith 通过在可注射藻酸盐溶液中加入含 Ca^{2+} 的脂质体，制备了可注射的原位成形温度响应药物缓释系统。该系统内同时含载有 Ca^{2+} 和载有甲硝唑的脂质体，当环境温度达到 37℃时，脂质体释放 Ca^{2+} 和药物，藻酸盐溶胶于一分钟内在注射原位固化，并缓释药物。体外释放试验表明，这是一个有前途的药物缓释系统。Murphy 和 Messersmith 等，报道了用含有温度响应脂质体的磷酸钙盐进行牙釉质和牙本质的再矿化。分别制备载有钙和磷酸的脂质体囊泡过饱和悬液，而后混合到一起，当悬液加热到 37℃时，脂质体释放其内容物，磷酸钙盐形成。在体内，这一反应是矿物盐沉积到牙釉质和牙本质表面。如果在漱口剂中加入此类材料，则可以使早期龋再矿化。

2. pH 水平响应材料　另外一个原位成形的机制是基于 pH 水平引发的凝胶形成过程。尽管 pH 水平响应机制还没有广泛用于口腔材料，但是此类材料仍然具有较大的潜在应用价值。例如，原位成形水凝胶已用于眼部的药物缓释。药物溶液的缺点在于会被泪液快速地冲刷掉。Kumar 和 Himmelstein 等通过制备了一种在 pH 为 7.4 时发生凝胶化的聚丙烯酸溶液来克服药物缺陷。聚甲基丙烯酸酯和聚乙二醇的混合物也被用于制备 pH 水平敏

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

感的可凝胶化材料。当 pH 低于 5.7 时，此混合物是一种水-醇混合物；在注入体内后，醇扩散到周围组织中，溶液发生凝胶化。凝胶化过程是因为聚合物链间的缠结，以及范德华力和氢键的作用而引起的。

3. 化学反应响应材料 最近，一组能用于填补骨缺损并具有合适强度的经光聚合的聚酸酐材料被研制出来。这些材料是由癸二酸衍生(SA)的单聚体，SA 与 1,3-二(对羧酸苯氧基)丙烷(CPP)或是 1,6-二(对羧酸苯氧基)己烷(CPH)的共聚体所组成。最有效的光聚合条件是在 $150mW/cm^2$ 的蓝光照射下，1.0%(重量比)的樟脑醌(CQ)和 1.0%(重量比)的乙基-4-氮，氮-二甲基氨基苯甲酸酯(4EDMAB)与这些聚合物进行光聚合。这种方式已经在牙科医学中广泛被应用，由于 CQ 具有快速的光漂白趋势，所以蓝光较紫外光有更深的渗透性。

聚癸二酸衍生物(PSA)的降解速度快(大约 54 小时)，而聚 1,6-二(对羧酸苯氧基)己烷(PCPH)的降解速度非常慢(估计为一年)。因此，设计者可以根据特殊需要，配制不同含量的 SA 和 CPH 所构成的结合体材料以产生所需要的降解速率。由于这些聚合材料是从表面开始腐蚀的(surface-eroding)，所以它们能在降解过程中保持其总体的机械性能。例如无论是 PSA 还是 PCPH 在降解掉 50%的质量后，其拉伸强度仍能保留原来的 70%。

4. 化学引发原位成形材料 为了减少创口见光的机会以及为了实现更小创面的外科手术，另一些研究者正在开发能在体内发生化学交联反应的聚合物，它们不同于前面所述的聚合材料。在这些材料中，聚富马酸丙烯(PPF)是一种有发展前途的候选材料。PPF 是一种不饱和的线型聚酯，它能通过富马酸的双键发生交联反应。它的降解产物是丙烯乙二醇、聚丙烯酸共聚富马酸(poly acrylic acid-*co*-fumaric acid)以及富马酸(它是天然存在于体内的，并且是三羧酸循环反应中的一份子)。现在已经有很多方法能够人工合成 PPF，但合成的聚合物的性能却有不同。交联反应经常以苯甲酰超氧化物作为基本的引发剂、以甲基丙烯酸甲酯(MMA)或氮-乙烯基吡咯烷酮单体作为反应剂。鉴于引发剂、单体以及 PPF 的比例不同，治疗时间从 1～121 分钟不等。尽管交联反应是一个放热的过程，但试验显示在设置时反应温度不会超过 48℃，而植入 PMMA 骨水门汀时温度却可达 94℃。

根据不同的合成方法以及所使用的交联剂不同，PPF 的性能会有很大的不同。为了改善这些性能使之便于用于整形外科手术，PPF 经常与一些陶瓷材料结合使用，例如 β-TCP，碳酸钙或磷酸钙。这些成分所构成的材料的压缩强度从 2～30MPa 不等，这样很适合多孔骨组织的置换术。最近的体外研究证明材料支持细胞黏附、繁殖增生、分化。

为了改善新骨形成的速度和程度，现在人们开展了在 PPF 结构中添加成骨细胞的研究。另一种方法则是将 PPF 用 GRGD 肽段序列修饰，其目的在于使母体细胞的黏附和迁移更为方便。对 PPF(组成)新的研究，包括血小板生长因子(TGF-β_1)，虽然这种做法不能改善植入体的初始机械性能，但是它可以指导细胞在材料中的迁移和分化。由于 PPF 易于修饰，所以表现出了其优良的机械性能和多样性，这使此种聚合物在未来骨移植手术中成为一个引发人们极大兴趣的候选材料。

(二) 生物矿化材料

人体硬组织替代材料的设计研究在早期是以减少异物的免疫反应、达到生物惰性为目的，如氧化铝陶瓷、钛基材料、碳素陶瓷等。随着研究的深入，从强调生物惰性转向生物活性，如目前临床上广泛应用的生物陶瓷。同期还研发了可吸收性材料，上述生物材料虽然成

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

功地应用于临床。但是，调查发现，修复体远期失败率较高，人工材料不能像活体组织一样，随生理负荷、生化刺激而作出相应反应，在生物活性、智能感知、形态自维持等方面与临床期望还有很大差距，替代材料的结构和人体硬组织还有很大差别不能达到永久修复的目的。随着分子生物学和仿生材料学的发展，生物材料的仿生设计成为现代人体硬组织替代材料设计的主导思想。

人体硬组织材料是无机的晶体（或玻璃体）和有机分子的共存体，是多层次多等级的复合材料。而有机大分子在调控材料性质方面有着至关重要的作用。自然界生物矿化的规律是以很少一部分有机分子去调控无机晶体的成核、生长和显微结构，并决定天然生物硬组织的性质。生物化学的研究表明，生物矿化是在细胞调控下的极为复杂的自组装过程，有机分子和无机离子在界面相互作用，有机质作为模板以异相成核的方式塑造矿物的结晶方式和大小，晶体在模板表面能择优取向生长。人体硬组织生物矿化的模板不是胶原蛋白，而是一些非胶原蛋白，如牙釉质的釉蛋白、牙本质的磷蛋白、骨组织的骨钙蛋白、骨桥蛋白等。它们共同的特征是一级结构中含有大量的酸性基团，富含谷氨酸、天冬氨酸、羟脯氨酸、磷酸丝氨酸等。指导矿化的有机模板具有以下特点：具有周期性的带负电荷的表面；具有不同功能团和骨架分子；当有机模板成核位点上的极性和电荷密度与正在形成的晶核某一特定晶面周围的静电场相匹配时，其成键亲和力就低，就会在某一晶面上择优取向生长；晶格间距与界面上有序排列的功能团存在着几何匹配，有机界面成键位置构型与无机离子在空间结构上相吻合，有利于生物矿化的进行。因此，在硬组织替代材料的设计和研制中，利用生物矿化的原理，设计理想的有机模板，在分子水平调控无机相的结构，以合成智能感知功能材料，成为材料的仿生设计的重要途径。

人体硬组织仿生设计的内容在不断地发展，从单纯无机相的仿生（如合成纳米非化学计量羟基磷灰石）到有机和无机复合的结构仿生（如纳米羟基磷灰石在胶原蛋白溶液、聚赖氨酸溶液中的合成）。上述仿生设计初步利用了有机模板的概念，但是模板设计不完善，有待于提高。

（三）生物压电活性的骨修复材料

研究证明，一切生物体都具有压电性（人体本身就是一个复杂的压电体）。人体组织，无论是骨、肌肉、蛋白质、氨基酸，甚至 DNA 均具有压电性。特别是人体的骨骼系统存在着压力电势，当受应力作用发生形变产生电位差时，电极随之改变而促进了长骨的生长发育。人们还通过骨折愈合过程证实，在负电位处总是能恒定的产生新骨沉积，揭示出了可移位的电荷对骨生长过程的重要意义。根据人体的电生理现象和电刺激骨生长的促进作用，人们在研究和开发人体硬组织修复材料时必须考虑，将生命科学与非生命科学紧密结合起来，对材料与人体的电生理功能的相互关系进行研究，不仅使材料具有良好生物相容性，更重要的是赋予材料以生物压电活性。

采用生物材料解决人体硬组织缺损缺失已非常广泛，但目前使用的材料仅模拟了人体硬组织成分结构，即使已做了大量的努力，例如，利用骨胶原、纤维蛋白以及骨形成因子等与材料进行物理共混；或通过多种方法对材料进行增韧；或在金属表面进行陶瓷涂层处理等研究，力图改善材料性能，使材料的刚性降低以获得良好的力学性能；或掺入天然有机物促进组织生长，加强材料与机体组织的结合等。但实践证明，这些材料虽然获得了较好的生物相

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

容性，但生物活性较低，未能达到预期效果，难以满足人们的希望和临床的需要。日本学者Yasuda等发现人体骨是一种天然压电体，受到压力时会发生电荷分布的变化，而其对电位变化的反应是负电位促进成骨活动，保持骨的生长发育。负极部位有诱发骨生长的效应。将具有压电性能的种植体植入生物体后，在微电流和微电场的作用下，Ca^{2+}、CO_3^{2-}、PO_4^{3-}加速进行交换，形成磷酸钙和碳酸钙有利于新骨形成；同时发现具有压电性能的植入材料在体内由于极性的作用，形成离子分布差异而产生离子运转，造成胶原纤维的定向生长，促使胶原纤维和钙离子朝着有利骨的修复方面变化。Brighton等人的试验证明用生物压电陶瓷制作的种植体植入颌骨以后，当受到压力时即可产生微电流刺激和加速周围骨的形成。当松弛时材料又能产生微电场，这种微电场引起局部组织的氧张力降低，刺激基质细胞分化为软骨细胞和成骨细胞而成骨。微电场的作用还可使界面pH升高，碱性磷酸酶活跃，有利于新骨形成及骨的早期钙化。Norton的报告认为电是指挥骨细胞对它所在的物理环境变化作出物理反应的一种信号，微电场作为细胞外的第一信息，能活化早期细胞内信号环-磷酸腺苷（第二信息），由它再依次打开各酶系统，引起骨或软骨细胞的特殊生理反应，从而完成骨的修复与塑造。以上研究显示，根据人体具有压电性质以及微电流刺激骨愈合的特性，研制既有适当压电性质，又与机体骨组织压电性能匹配的生物压电材料作为人体硬组织替代材料，用于骨缺损修复和骨的定向改建是行之有效的。

生物压电陶瓷材料是一种能使能量转换的功能材料，当植入骨内时随机体行动中骨的受力形变，使植入材料产生自持的体内电刺激。这时压电材料表面出现的负电荷，使体内带正电荷的钙离子趋向生物压电陶瓷材料表面，并吸附和沉积，加速骨胶原蛋白质的合成及骨胶原纤维的钙化过程，促进成骨细胞的生成和新骨重建，获得早期骨性结合。而高分子驻机体是利用热和电场在一定的极化温度和极化条件下，使无机、有机或复合材料成为具有半永久极化且有半永久表面电荷的带电体。这个带电体在体内能产生稳定的微电流和微电场，通过负电效应获得钙离子定向沉积，同时在与骨的界面上形成离子电流，刺激细胞的增殖，并直接作用于成纤维细胞向骨细胞转化，引导骨定向生长。具有压电活性的人体硬组织替代材料可用于骨缺损修复和骨的定向改建。作为骨缺损修复是利用其压电活性修复各种原因造成的骨缺损。用于骨定向改建是利用其电刺激骨定向改建的功能来缓解和稳定牙槽嵴的吸收，引导由牙周病导致骨缺损修复的骨组织再生术（guide bone regeneration，GBR）以及正畸科的骨定向改建，在口腔临床应用中具有重要意义。目前，具有压电活性的人体硬组织替代材料研究还处于起步阶段。

四、颌面赝复材料

颌面赝复材料分为硬质材料和软质材料。硬质材料主要有聚甲基丙烯酸甲酯，软质材料主要有硅橡胶、聚氨酯、甲基丙烯酸类软塑料等。根据应用部位将颌面赝复材料分为用于颌面部内部组织缺损修复的口腔内赝复材料和用于颜面部组织缺损的口腔外赝复材料，前者要求材料具有良好的生物相容性和耐老化性，但对材料的美观仿真性能要求不高，后者要求材料具有良好的美观仿真性能。理想的颌面赝复材料应具有足够的拉伸强度和剪切强度，边缘优良的抗断裂性能，和皮肤具有相似的弹性模量，色泽稳定，可以修补。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(一) 硅橡胶

颌面赝复材料使用的硅橡胶分为室温固化硅橡胶(room temperature vulcanizing silicone)和高温固化硅橡胶(high temperature vulcanizing silicone)。室温固化硅橡胶又可分为缩聚型和加成型两种。高温固化硅橡胶比室温固化硅橡胶具有更好的机械性能和耐老化性能,特别是边缘撕裂强度。但最终的美观性能不如室温固化橡胶,且需要特殊的加工工艺,因此多用于口腔内赝复体的制作。加成型硅橡胶性能不断改进,拉伸强度增加,硬度、质地和外形特征与人体皮肤接近,并与许多皮肤粘接剂以及聚甲基丙烯酸酯具有良好的结合性能,体积稳定性好,因而被广大医生采用。

目前硅橡胶类颌面赝复材料的改性有以下几个方面:①对硅橡胶化学成分的调整,如 Siphenylene 聚合物是含有苯基和甲基的硅烷共聚物,与传统的室温固化硅橡胶相比,具有较强的边缘强度和较低的弹性模量及优良的色泽性能。②甲基丙烯酸酯引入硅橡胶侧链,形成硅橡胶的嵌段共聚物。③研究材料体系中的辅助成分,特别是填料、着色剂以及催化剂对硅橡胶性质的影响,优化材料的性能。④研究环境因素,如一些化学元素(Cl、N、氧化物等)、紫外光线、唾液对材料性质的影响。⑤修复体的材料结构形式的改进,如为了减轻修复体重量,研究海绵状硅橡胶的制作工艺。

(二) 聚氨酯

聚氨酯(polyurethanes)是二异氰酸基团(diisocyanate groups)和多元醇基团(polyol groups)的共聚物,且通过调整比例可以改变产品的最终柔韧性。Epithane-3 和 Calthane 是目前仅有的两种聚氨酯颌面赝复材料。聚氨酯的突出优点是极佳的柔韧性,可以把边缘做得很薄,且有较好抗撕裂性能,因此,与皮肤接触边缘较美观,但现多数皮肤粘接剂与之不相容。二异氰酸基团具有一定的毒性,耐水性不佳,抗霉菌性差,易受微生物侵袭而老化,使其应用受到限制。

(三) 丙烯酸酯类颌面赝复材料

此类材料主要用于非活动组织的缺损修复,常用做暂时修复体,随着手术愈合或放射治疗后组织的变化不断地进行调整(增加或减少)。常配合组织调节剂使用,与皮肤粘接剂可相容。若对丙烯酸酯化学成分进行调整可达到改性的目的。

目前颌面赝复材料材料均存在下列问题:老化变色、降解使理化性质破坏、弹性模量与人皮肤不匹配等。针对上述问题,对颌面赝复材料材料的改进主要集中在下列方面:①改进已有的颌面部赝复材料的同时,开发新的材料体系,目前正在探索聚磷腈(PNF)用于颌面修复的可能性。②开发新的设备技术,将从石膏模型技术,发展到微波技术,立体制版技术,CAD/CAM 技术。③色泽稳定技术,优化材料内部着色和表面染色技术,选择稳定的烧结性染料。④现有材料只能恢复面部的静态形态,还不能恢复面部的动态表情。将来借助信息技术,重建面部表情功能,才是颌面修复的最高境界。⑤研究颌面赝复材料载药系统,加强组织修复是目前重点进行的工作。

(丁仲鹏 梁 军 李 罡 胡 敏)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

参考文献

陈建海，陈志良，侯连兵等. 2000. 聚羟基丁酸酯缓释微球的制备和性能. 功能高分子学报，13(1)：61～64

陈治清主编. 2004. 口腔生物材料学. 北京：化学工业出版社，1～14

冯海兰，徐军. 2005. 口腔修复学. 北京：北京大学医学出版社，312～313

李孝红，袁明龙，熊成东等. 1999. 聚乳酸及其共聚物的合成和在生物医学上的应用. 高分子通报，1：24～32

马轩祥. 2003. 口腔修复学. 第 5 版. 北京：人民卫生出版社

麦积夫尼等著. 2003. McCracken 可摘局部义齿修复学. 北京：科学技术出版社

邱蔚六. 2003. 口腔颌面外科学. 第 5 版. 北京：人民卫生出版社

邵桢. 1999. 骨组织工程基质材料的研究进展. 国外医学·生物医学工程分册，22(5)：277～282

王欢，魏克立. 2005. 口腔临床新技术新疗法. 北京：中国科学技术出版社，405

王怡宁. 2004. 口腔固定修复学. 武汉：湖北科学技术出版社，27～31

威廉姆斯主编. 1998. 材料科学丛书：医用与口腔材料. 北京：科学出版社

俞耀庭主编. 2000. 生物医用材料. 天津：天津大学出版社，40～71

张富强. 2004. 口腔修复基础与临床. 上海：上海科学技术文献出版社

周增同，张志愿，张富强. 2005. 上海交通大学附属第九人民医院口腔医学专题讲座. 郑州：郑州大学出版社，212～213

Antonios G. Mikos, Johnna S. Temenoff. 2000. Formation of highly porous biodegradable scaffolds for tissue engineering. EJB Electronic Journal of Biotechnology; 3(2): 114～119

Barbara D, Boyan DD. 2002. Cartilage regeneration. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am, 14:105～116

Brekke JH, Toth JM. 1998. Principles of tissue engineering applied to programmable osteogenesis. J Biomed Mater Res, 43:380～398

Burns DR. 2004. The mandibular complete overdenture. Dent Clin North Am. 48(3): 603～623, v～vi

Cui H, Messersmith P. 1998. Thermally triggered gelation of alginate for controlled release. In: McCulloch SS, editor. ACS symposium zeries 709: Tailored polymeric materials for controlled delivery systems. Washington, DC: American Chemical Society, 203～211

Da Silva L, Ferros I, Rilo B. 2004. New technologies, designs and materials for removable maxillary obturator prostheses. Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol, 46(1): 27～35

Doyle C, Tanner ET. 1991. In vitro and in vivo evaluation of polyhydroxybutyrate and of polyhydroxybutyrate reinforced with hydroxyapatite. Biomaterials, 12(11): 841～847

Eben Alsberg, et al. 2002. Engineering growing tissues. PNAS, 99(19):12025～12030

Franci Stavropoulos, John C. 2002. Guided bone regeneration. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am, 14:15～28

Gregory H, Altman. 2003. Silk-based biomaterials. Biomaterials, 24: 401～416

Heitz Mayfield LJ, Trombelli L. 2002. A systematic review of the effect of surgical debridement vs non-surgical debridement for the treatment of chronic periodontitis. J Clin Periodontol, 29 Suppl 3: 92～102; discussion, 160～162

Hutmacher DW. 2000. Scaffolds in tissue engineering bone and cartilage. J Biomaterials, 21: 2529～2543

Itoh S, Kikuchi M, Takakuda K. 2001. The biocompatibility and osteoconductive activity of a novel hydroxyapatite/collagen composite biomaterial, and its function as a carrier of rhBMP-2. J Biomed Mater Res, 54:445～453

Jernvall J, Thesleff I. 2000. Reiterative signaling and patterning during mammalian tooth morphogenesis. Mech Dev, 92: 19～29

Johnna S Temenoff. 2000. Injectalbe biodegradable materials for orthopedic tissue engineering. Biomaterials, 21: 2405～2412

Kenji Izumi, Stephen EF. 2002. Skin and oral mucosal substitutes. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am, 14:61～72

Kodi Azari, John S Doctor. 2002. Bone Morphogenetic Protein: a review for cranial and maxillofacial surgery. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am, 14:1～14

Marsha Ritter Jones, Phillip BM. 2002. In situ forming biomaterials. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am, 14:29～38

McDonald J, Cowpe JG, Sandy JR et al. 2005. Significant advances in dental care. Surgeon, 3(3): 187～196

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Min Wang. 2003. Developing bioactive composite materials for tissue replacement. Biomaterials, 24:2133～2151

Mori M, Isobe M, Yamazaki Y. 2000. Restoration of segmental bone defects in rabbit radius by biodegradable capsules containing recombinant human bone morphogenetic protein-2. J Biomed Mater Res, 50:191～198

Nerem RM, Sambanis A. 1995. Tissue engineering: from biology to biological substitutes. Tissue Engineering, 1: 3～12

Robert Gassner. 2002. Wound closure Materials. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am, 14:95～104

Slater SC, Gallaher T. 1988. Polyhydroxybutyrate, natural biocompatible and biodegradable polyesters produced by bacteria. J Bacteriol, 170(10): 4431～4436

Vert M. 1989. Bioresorbable polymers for temporary therapeutic applications. Angew Makromol Chem, 166(167):155～168

Winn SR, Uludag H, Hollinger JO. 1999. Carrier systems for bone morphogenetic proteins. Clin Orthop, 367(Suppl.): S95～106

Young CS, Terada S. 2002. Tissue engineering of complex tooth structures on biodegradable polymer scaffolds. J Dent Res, 81(10): 695～700

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第二章　口腔修复的解剖基础

修复前外科是为了达到最好的义齿或义颌修复，要为随后的义齿或义颌修复增加适当的支持结构。正常时，系带或骨隆突没有什么意义；当牙齿缺失，这些就可能成为影响理想义齿修复的障碍。义齿修复要恢复咀嚼功能，就要有良好的固位和稳定，还要恢复面容美观。在修复前外科手术中，最大限度地保存口腔硬、软组织十分重要，口腔组织一旦失去，修复是非常困难的。

了解口腔解剖，特别是了解为修复所需要的解剖条件是做好修复前外科和修复的基础，对于义齿修复来讲，最佳解剖支持的状态是：口内或口外无病理状态；在前后、横向和垂直方向上有适当的颌骨关系；牙槽突尽可能大，理想的形态是一个宽的"U"形牙槽嵴，而且牙槽嵴尽可能垂直；无骨性或软组织隆突或倒凹；在承托义齿的区域有附着的角化的黏膜；前庭沟有适当的垂直深度。

第一节　口腔修复对硬软组织的要求

一、义齿修复对口腔硬软组织的要求

牙齿是口腔的门户，也是咀嚼、消化系统的重要器官。但龋齿、牙周病、肿瘤、外伤以及老年性退变均可造成不同程度的牙列缺失，影响咀嚼、发音、面容。及时进行义齿修复，对恢复咀嚼功能、改善发音、防止颞颌关节紊乱、恢复面容外形、提高生活质量有重要意义。牙列缺失后，颌骨、牙槽嵴、口腔黏膜、肌肉等相关组织势必发生变化，牙槽骨吸收、黏膜变薄、肌肉附着增高等，都会影响义齿修复和功能。义齿是在生物体上行使功能的人工修复物，良好的口腔硬软组织条件将提高义齿修复的效能。具体来讲，口腔内组织应具备以下条件：

1. 牙槽嵴有足够的骨量，表面黏膜有足够厚度及弹性　牙槽嵴是义齿基托的主要支持区域，丰满而致密的牙槽嵴对承托咀嚼压力、保持义齿固位和稳定有重要作用。口腔黏膜及黏膜下组织厚而有弹性，义齿基托能与之紧密贴合，有利于固位，不易产生压痛。

2. 上下颌弓水平及垂直关系良好　上下颌弓形状、大小协调，颌间距离适当，有利于人造牙排列和义齿固位。颌弓不相配，颌间距离过小，都不利于排牙；颌间距离过大，虽易于排牙，但人造牙离牙槽嵴顶较远，重心偏高，易产生不利的杠杆作用，咀嚼时义齿不稳定。

3. 无锐利的骨嵴、骨尖及过大的隆突，无倒凹、悬突　缺牙后牙槽嵴表面常有骨嵴和骨尖存在，如果锐利，将引起压痛；另外，上颌的腭隆突，下颌的舌隆突等，如果过大，也会引起压痛，影响义齿配带。上颌结节、下颌舌骨嵴等处颌骨如形成明显的倒凹、悬突，将影响义齿的就位和固位。

4. 牙槽嵴颊、舌侧有足够的深度　义齿基托可向颊舌侧充分伸展，增大了义齿基托的面积，分散了咀嚼压力，有利于全口义齿的边缘封闭，有助于义齿固位和承力。

5. 肌肉附着及系带不影响义齿就位　缺牙后由于牙槽嵴吸收变低平，颌弓上附着的肌

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

纤维及系带位置相对增高，甚至达到牙槽嵴顶，影响义齿基托的伸展以及边缘封闭，对义齿的固位和稳定不利。

6. 无过度活动的增生黏膜或皱襞　过度活动的黏膜可存在于牙槽嵴的任何部位，常因咬合创伤或义齿边缘刺激引起增生，义齿若建立在此松软的组织上，咀嚼时义齿易移位而影响固位，还会因挤压而引起黏膜的急慢性炎症。

二、修复前外科的相应处理原则

（一）余留牙与残根

随着口腔医疗技术的进步，特别是牙体、牙周、正畸综合治疗水平的提高，以及近年来口腔修复技术飞跃性的发展，许多过去因无法治疗或影响义齿镶复而不得不拔除的残根、余留牙得以保留。对于余留牙，以下情况可考虑拔除：

(1) 严重的牙体、牙周、尖周病变，无法做根管、牙周治疗以及根管外科手术保留的。

(2) 移位牙和错位牙，严重影响美观、咀嚼，无法通过正畸等综合治疗保留并影响义齿修复的。

(3) 无对颌功能牙存在而造成牙齿伸长、倾斜、妨碍下颌运动，并影响义齿修复的。

(4) 对于阻生齿、埋藏牙或未萌牙，已形成含牙囊肿等颌骨病变或其周围有病变征象的，以及距骨表面非常近、牙冠方向极有利于牙萌出的。

(5) 经治疗无效，已成为导致口腔颌面部炎症或全身疾患的病灶的。

目前对于余留牙和残根，多主张尽量保留。如果有病变或位置不正常，也应通过牙髓、牙周、正畸等治疗后予以保留，保留不了完整牙齿也应尽量保留牙根，留待后期做桩冠或覆盖义齿的基牙。即使义齿修复时无法利用的残根或牙根残片，只要经过治疗不影响口腔与全身健康、不影响义齿行使功能的，也应尽量保留。保留了牙根组织就可以延缓牙槽骨的吸收，这对于义齿修复时的固位、稳定与承力，都极为有利。

（二）牙槽嵴修整

牙槽嵴是义齿基托的主要支持区域，丰满而表面平整的牙槽嵴对于承托咀嚼的压力和保持义齿的稳定十分有利。但实际上，一些患者拔牙后剩余牙槽嵴表面粗糙不平，留有锐利的骨尖、骨嵴，特别是上下颌尖牙部位，常有骨突存在，容易引起义齿基托对软组织的压痛。为了避免压痛和使牙槽嵴均匀的承担咬合压力，应通过牙槽嵴修整术使牙槽骨表面变得平整光滑。手术时间最好在拔牙后2～3个月，拔牙创已基本愈合。另外，在拔牙时，对上下颌前牙唇颊侧骨尖以及磨牙中隔过高者，应注意同时做即刻骨尖修整。而骨嵴、骨尖不明显，压痛也不明显的，可请患者经常用手指进行适当按摩，使之加快吸收，暂不需手术。

（三）上颌结节区的修整

上颌结节位于上颌最后磨牙后方牙槽骨的颊侧，其外侧、颊肌上颌起始后缘的后方没有肌附着，义齿基托边缘在此应充分伸展，与周围黏膜形成有效的封闭，有助于义齿固位和稳定。但当上颌结节特别发达成球状或过大时，形成倒凹会影响取模和义齿就位。对于倒凹

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

区，可以通过适当的设计，使就位道与脱位道不一致，从而有利于义齿固位。另一方面，如果上颌结节过大以至于填塞了颊间隙或形成明显的倒凹（特别是双侧上颌结节肥大形成倒凹），以及少数患者上颌结节下垂，局部颌间距离变小，这都会影响义齿基托颊翼缘就位和排牙，有时还影响下颌磨牙后垫区基托的伸展。这时就应进行手术修整，保留有利于义齿修复的部分，消除不利倒凹（图 2-1）。

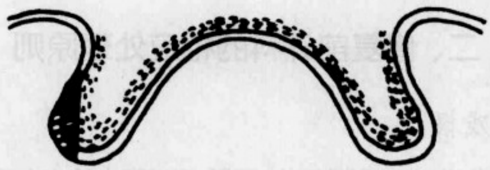


图 2-1　双侧上颌结节肥大时，切除其中一侧，消除不利倒凹

（四）骨隆突的修整

骨隆突是局部颌骨骨组织过度生长形成的骨性隆起，常见为上颌腭隆突、下颌舌隆突等。腭隆突位于上颌中央，呈嵴状，表面黏膜较薄，易引起压痛和成为义齿的转动支点，影响义齿咀嚼和固位，如不能通过义齿设计避过该区或通过义齿组织面缓冲进行避让，就应对腭隆突进行修整。下颌舌隆突多见于下颌前磨牙或第一、二磨牙舌侧根尖附近，呈椭圆形，其表面黏膜也较薄，不能承受压力，亦影响义齿舌侧边缘封闭。较小的隆突，可通过义齿基托组织面缓冲避免压痛；若隆突过大而又有倒凹的，应考虑手术修整。颌骨其他部位出现的骨隆突，处理原则也是一样的。

（五）下颌舌骨嵴

下颌舌骨嵴位于下颌骨舌侧，从第三磨牙斜向前下到第二或第一前磨牙处，上有下颌舌骨肌附着，覆盖黏膜较薄，义齿基托边缘一般要越过此区，并作缓冲。如果形成的骨性倒凹较大，基托边缘无法越过。为了避免压痛，基托就必须做得很短，从而影响义齿固位，这时应该对其进行修整。

（六）系带和肌肉附着

缺牙后牙槽嵴吸收变平，使得唇颊舌系带和肌肉附着相对靠近牙槽嵴顶，甚至就在牙槽嵴顶部，影响义齿基托翼缘的伸展和边缘封闭，也容易被基托边缘摩擦或压迫致伤。这是应手术进行系带修整和肌肉附着的重新定位，使之有利于基托伸展和边缘封闭，有利于义齿固位。

（七）增生的软组织

增生的软组织可存在于牙槽嵴的任何部位，易出现于上颌前牙区和腭部，常因咬合压力过大或基托边缘刺激引起，尤其是长期戴用义齿者更易出现。厚度适中而富有弹性的黏膜有利于义齿固位和承力，松软而过度活动的黏膜在咀嚼时可使义齿移位而影响固位和稳定，也容易受压而引起炎症。为了使义齿与口腔组织更密合，一般应切除这些过度增生又活动的软组织。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第二节 牙槽嵴萎缩

一、牙槽嵴萎缩、吸收的原因

牙缺失后，牙槽窝及其周围软组织要经过一系列修复改建过程，牙槽嵴有不同程度的萎缩或吸收。通常在拔牙后6个月～2年吸收较快，以后逐渐减少并趋于稳定。不同个体、不同时间、不同部位的吸收都存在差异。一般认为，牙槽嵴下颌比上颌吸收快，后部比前部吸收快，女性吸收多于男性。牙槽嵴萎缩、吸收的病因尚不十分清楚，目前普遍认为是多种因素复合作用的结果，有全身因素和局部因素两方面的影响。

（一）全身因素

1. 性激素 雌激素是卵巢分泌的重要激素之一，对骨骼的成长发育、钙磷代谢都有影响。妇女进入更年期后，雌激素分泌减少，成骨细胞缺乏雌激素的刺激，骨基质形成不足，钙盐无法沉积而致骨质疏松。另外，雌激素水平降低后，骨组织对甲状旁腺素的敏感性增加，破骨细胞作用加强，骨吸收增加。同时，雌激素能增加降钙素的分泌，后者又有抑制骨盐吸收的作用。更年期后，降钙素会随雌激素水平的降低而减少，导致骨吸收增加，骨量减少。

雄激素在青春期能促进长骨骨基质的生长和钙的沉积，而性成熟后则导致骨骺钙化，生长停止。雄激素对骨密度的影响研究较少，但有研究表明，雄激素水平降低也与骨质疏松有关，其机制可能也是增加骨吸收。

2. 甲状旁腺素(PTH) PTH由甲状旁腺分泌，可促进破骨细胞生成，并抑制破骨细胞转变为成骨细胞，增进破骨作用，升高血钙。PTH是刺激骨吸收的主要激素，与雌激素共同对骨代谢产生影响。目前多认为，PTH是骨质疏松的中间介质，雌激素水平降低可使骨骼对PTH敏感性增加，骨吸收加强。

3. 前列腺素(PG) 前列腺素是一种类激素物质，在体内、体外均被证实为骨吸收的介体。PG通过对腺苷酸环化酶的激活使cAMP增加，从而诱导单核细胞变为破骨细胞，增加骨吸收。有研究表明，PG为剩余牙槽嵴吸收的介质，局部PG的持续合成可能是局部持续性骨吸收的原因，但产生PG的细胞和对牙槽嵴吸收的特异性刺激反应尚不清楚。

4. 降钙素(CT) 降钙素由甲状腺滤泡旁细胞（又称C细胞）分泌，受血钙浓度控制。它可以阻碍间质细胞转化为破骨细胞，抑制骨的吸收；同时，又可以促进破骨细胞转变为成骨细胞，促进钙离子沉积，从而拮抗PTH的作用。

5. 微量元素 微量元素在机体新陈代谢过程中起着重要作用，其中，锌、铜、锰、镁、氟与骨代谢关系密切。缺锌时，碱性磷酸酶、胶原酶活性降低，骨骼成熟延迟，钙化异常；缺铜会降低细胞色素氧化酶的活性，骨沉积减少，骨吸收增加，可造成广泛性骨质疏松；锰主要对软骨生成产生影响，缺锰会引起骨钙调节紊乱，骨吸收增加；镁是骨骼的重要构成成分，并调节钙磷代谢和骨钙化，PTH的作用和维生素D的活性也需要其维持；氟与羟基磷灰石形成稳定的氟磷灰石，有抑制骨吸收，促进骨形成的作用。

6. 营养因素 维生素D与富含钙的食物有助于延缓牙槽嵴吸收，而营养不良的缺牙患

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

者牙槽嵴萎缩进程较快。

（二）局部因素

牙槽嵴萎缩、吸收的局部因素主要与牙槽嵴本身的质量、义齿修复后局部受力情况有关。牙槽骨骨质致密，吸收过程一般会较缓慢。正常的咬合力对牙槽骨是一种生理性刺激，可刺激骨的生长。义齿修复后，如果牙槽嵴承受的咀嚼力超过了所能承担的极限，特别是不良修复物造成的局部创伤，会加速牙槽嵴萎缩、吸收。因此，设计义齿时，要充分利用腭部、外斜嵴等致密骨承力区分担咬合力；通过合理的排牙，使咀嚼力沿正确的方向传导，避免侧向力的伤害；另外，在饭后、睡前要摘下义齿，使牙槽嵴有休息的时间。

二、牙槽嵴萎缩分类

牙槽嵴萎缩受全身及局部因素的综合影响，虽有一定规律可循，但其吸收类型有很大的个体差异，故对其分类尚无统一标准。为了诊断和治疗的需要，根据临床表现和X线检查，不少学者都提出了自己的分类方法。

（一）Wical 分类

(1) 牙槽嵴垂直吸收量在其原始高度 1/3 以内。

(2) 牙槽嵴垂直吸收量为其原始高度的 1/3～2/3。

(3) 牙槽嵴垂直吸收量在其原始高度 2/3 以上。

（二）Atwood 分类

(1) 高圆形剩余牙槽嵴。

(2) 刃状剩余牙槽嵴。

(3) 低圆形剩余牙槽嵴。

(4) 凹形剩余牙槽嵴。

（三）Kent 分类

(1) 牙槽嵴在高度上足够而在宽度上不足，侧面常伴有倒凹区。

(2) 牙槽嵴的高度及宽度均不足，呈刃状。

(3) 牙槽嵴吸收达基骨水平，在下颌骨后部成凹形，在上颌呈刃状骨嵴并伴有球状可动的软组织。

(4) 基骨有吸收，呈铅笔样薄而扁平。

（四）Mercier 分类（图 2-2）

(1) 在未吸收的牙槽嵴上附有肌肉（无吸收）。

(2) 刃状剩余牙槽基（少量至中度吸收）。

(3) 牙槽嵴缺失、吸收达基骨水平（重度吸收）。

(4) 牙槽嵴缺失，基骨部分吸收（极重度吸收）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

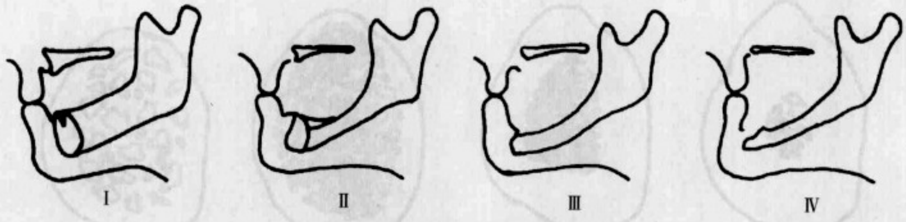


图 2-2　Mercier 牙槽嵴萎缩分类

（五）Cawood 分类

(1) 有自然牙列的牙槽嵴。
(2) 牙齿刚拔除后的牙槽嵴。
(3) 牙槽嵴丰满，有足够的高度和宽度。
(4) 牙槽嵴呈刃状，高度足而宽度不足。
(5) 牙槽嵴呈扁平状，高度和宽度均不足。
(6) 牙槽嵴低平、凹陷，吸收达基骨，甚至部分基骨吸收。

（六）Lekholm 和 Zarb 分类（图 2-3）

(1) 大部分牙槽嵴尚存。
(2) 中等程度牙槽嵴吸收。
(3) 牙槽嵴明显吸收，仅基骨尚存。
(4) 基骨已开始吸收。
(5) 基骨已重度吸收。

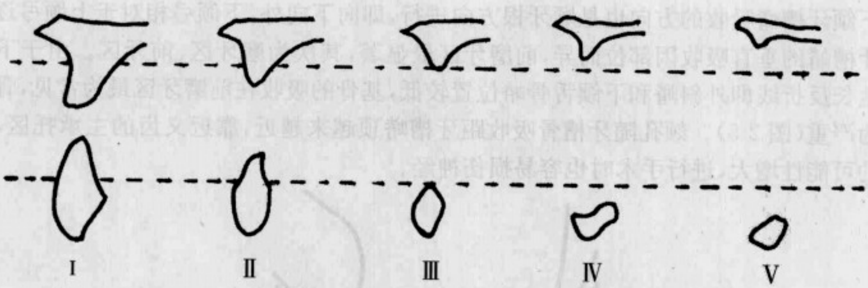


图 2-3　Lekholm 和 Zarb 牙槽嵴萎缩分类

同时，根据密质骨与松质骨比例及松质骨疏松程度，将颌骨质量分为 4 个级别（图 2-4）：
(1) 颌骨几乎完全由均质的密质骨构成。
(2) 厚层的密质骨包绕骨小梁密集排列的松质骨。
(3) 薄层的密质骨包绕骨小梁密集排列的松质骨。
(4) 薄层的密质骨包绕骨小梁疏松排列的松质骨。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

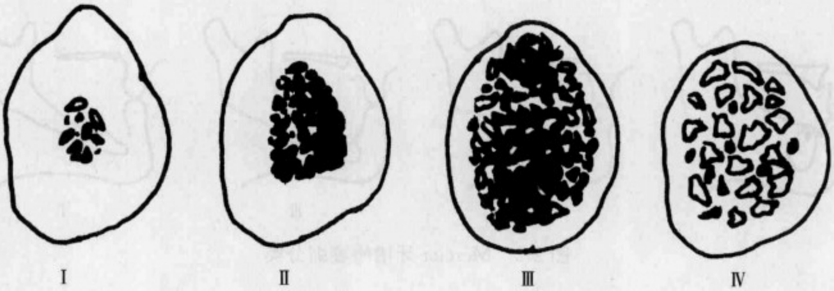


图 2-4 颌骨质量分级

三、上颌牙槽嵴萎缩

杜传诗等认为，牙槽骨的吸收是顺牙根方向进行的。上颌牙根的方向是向上向内，而且上颌骨外侧骨板薄而疏松，故上颌牙槽骨吸收，外侧多而快，吸收方向是向上向内。上颌弓逐渐变小，严重时可使切牙乳头、颧突与牙槽嵴顶的距离接近于平齐，腭穹隆也相应变浅。为支持切牙，上颌前牙槽嵴有一个向前的斜度，与腭平面成110°交角。此倾角在失牙后仍可维持较长时间，使得前牙槽嵴形态变化较小，有利于义齿修复。随着牙槽嵴不断吸收，倾角逐渐变小，鼻棘突出，鼻腭神经血管束位于牙槽嵴顶或其前方，义齿压迫会引起疼痛。在上颌后部区域，由于颊侧骨板较薄，以及前磨牙、磨牙外倾，牙槽嵴宽度随骨吸收而逐渐减小。

四、下颌牙槽嵴萎缩

下颌牙槽嵴吸收的方向也是顺牙根方向进行，即向下向外，下颌弓相对于上颌弓逐渐变大。牙槽嵴的垂直吸收因部位而异，前磨牙区最显著，其次为磨牙区、前牙区。由于下颌后部的生长反折线即外斜嵴和下颌舌骨嵴位置较低，基骨的吸收在前磨牙区最为常见，骨丧失也最为严重(图 2-5)。颏孔随牙槽骨吸收距牙槽嵴顶越来越近，靠近义齿的主承托区，产生压痛的可能性增大，进行手术时也容易损伤神经。

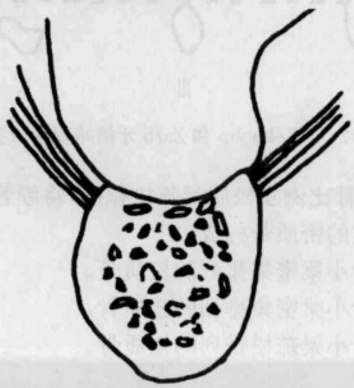


图 2-5 下颌牙槽嵴萎缩横断面观

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

五、下颌骨关系的改变

牙齿缺失后，由于上、下颌牙槽嵴吸收的方向、程度、速度各有差异，颌骨间关系发生了改变。在垂直关系上，牙槽嵴间距加大，前牙区更为明显。在矢状和前后关系上，由于上颌弓不断变小，下颌弓不断变大，会出现下颌前突。不正常的颌关系对义齿排牙有很大的不利影响（图 2-6）。

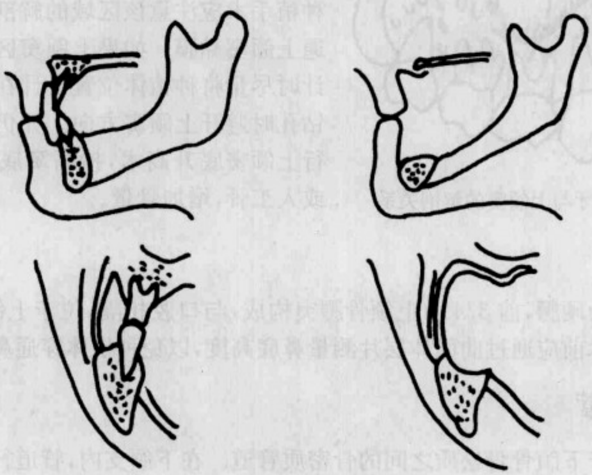


图 2-6 上下颌关系的变化

上颌牙弓相对变小，下颌牙弓相对变大，下颌前突，颌间距离加大

六、软组织的变化

牙齿缺失后，牙槽嵴不断吸收，高度降低，附丽的肌肉位置也不断变化，唇颊舌系带和肌肉附着逐渐接近牙槽嵴顶，甚至与之平齐。唇、颊、舌组织由于失去了牙列支持，各自向内或向外伸展，致使唇、颊、舌沟的间隙变浅，口腔本部和口腔前庭的界限不再明显。唇颊部肌肉失去牙列的支持，使得鼻唇沟加深，上下唇内陷，皱纹增多，呈现衰老现象。另外，口腔黏膜变薄，敏感性增加，软组织支持从数量上到质量上都逐渐减少，不利于义齿修复。

第三节 颌骨周围重要结构及应用

一、与牙种植体有关的重要结构

种植义齿是近几十年来迅速发展的一项技术，目前已广泛应用于临床。种植义齿的下部结构即人工牙根称为牙种植体，需要通过手术植入缺牙区颌骨内。为了保证手术的成功，应对与其有关的颌骨及周围解剖结构有所了解。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

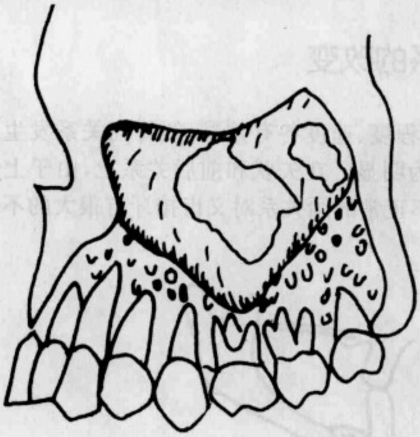


图 2-7　上颌后牙与上颌窦的解剖关系

（一）上颌窦

上颌窦位于上颌骨内，呈底朝下的锥形，其下壁由前向后盖过上颌前磨牙及磨牙根尖上方，与上述根尖之间隔以骨板，甚至仅有黏膜相隔。其中以上颌第一磨牙根尖距上颌窦下壁最近，其次为第二磨牙和两个前磨牙（图 2-7）。上颌后牙区种植手术应注意该区域的解剖关系，尽量避免穿通上颌窦黏膜。如果上颌窦区骨量不足，修复设计时尽量将种植体位置设计在上颌结节处，或在钻孔时避开上颌窦方向。如仍不能避开，可考虑行上颌窦底升高术，抬高窦底黏膜，植入自体骨或人工骨，增加骨量。

（二）鼻腔

鼻腔的底壁为硬腭，前 3/4 由上颌骨腭突构成，与口腔相隔，位于上颌切牙及尖牙的根尖上方。种植手术前应通过曲面体层片测量鼻底高度，以免种植体穿通鼻腔。

（三）下颌管

下颌管是位于下颌骨骨松质之间的骨密质管道。在下颌支内，管道行向前下，于下颌体内侧向前几呈水平位，沿途向上发出小管至各下牙牙槽窝，内有下牙槽血管、神经通过。从横断面看，下颌管在后 2/3 段距骨外板较远，而前 1/3 段距骨外板较近。在下颌后牙区进行种植体手术时，要特别重视下颌管的位置和走向，选择适当的种植体类型、长度及植入方向，以免损伤下牙槽神经血管。在后牙区骨量不足时，应考虑先行牙槽嵴增高术或下齿槽神经剥离术，再进行种植。

（四）颏孔

颏孔是下颌管前端开口，位于下颌第二前磨牙的下方或第一、二前磨牙之间的下方，有颏神经、血管通过。颏孔位置随年龄增长而逐渐上移和后移，年老或拔牙后，牙槽嵴萎缩，颏孔位置上移甚至接近牙槽嵴顶。该区域种植手术时，应先将颏神经血管束找到，以免损伤。前牙区种植时，应注意避开两侧的颏孔及颏神经血管。

二、颧区的应用

周继林、洪民等在进行上颌骨大型缺损修复研究中提出了颧区的应用。颧区包括完整的上颌骨颧突及颧骨底部前端，其向颊侧的长度约为 2cm，前后方向为一凸形嵴面，在靠近上颌部较宽，约为 2.5cm，至颧骨前端较窄，约为 1cm。颧区位于无牙颌主承力区中心的颊侧，位置适中。对于各种原因所致的上颌骨大型缺损，再进行义颌修复时可充分利用此区作为承力区，以解决上颌骨缺损后恢复咀嚼功能的问题。正常情况下，颧区有

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

颊肌、嚼肌附丽，需要先行颧颊沟成形术，暴露该承力区，再考虑颧颊翼义颌修复或进行种植修复。

第四节　用于修复颌骨缺损的组织瓣的应用解剖

颌骨缺损后修复的质量直接关系到容貌和功能的恢复，对于骨移植要求要有适当的体积，既充足的骨组织量以便于不同类型的义齿或义颌修复。当然，手术时应创造最佳的颌骨关系。供骨源有多处，比较适用的有腓骨、髂骨和肩胛骨。

一、游离血管化腓骨瓣

1975 年，Taylor 等人首先用腓骨修复胫骨 12.5cm 长的缺损；1989 年，Hidalgo 报道用腓骨修复下颌骨。此后，应用游离血管化腓骨瓣修复颌骨缺损成为常用的手段。

成人腓骨全长约 34cm，腓骨可以提供长达 24cm 的骨段，可以分段后塑形，可带 15cm×25cm 大小的皮瓣以同时修复软组织缺损，血管蒂长度便于多种修复需要，血管口径便于显微外科吻合操作。腓骨的位置便于手术中两组人员同时进行。

腓骨位于胫骨的外侧偏后方，上端稍膨大为腓骨小头，呈四方形，其内上面与胫骨外侧髁的关节面相关节，构成胫腓关节，腓骨小头下方缩细为腓骨颈，腓骨体内侧近中点处有滋养孔，开口向上。腓骨下端膨大为外踝，呈三角形，腓骨横截面类似三角形，直径约 1.5～2cm，总长约 40cm(图 2-8)。腓骨中上段有肌肉附着，前面为踇长伸肌、趾长伸肌和第三腓骨肌，为侧为腓骨长、短肌，后面近端为比目鱼肌，中部为踇长屈肌，远侧为腓骨短肌。

腓骨为密质骨，腓骨上 3/4 为非负重骨，临床上常以腓动脉和静脉为血管蒂，腓骨为多源性血供，主要来自腓动脉，上下端尚有其他血供，以腓血管为蒂切取一段腓骨后，不会影响残留腓骨段血供，腓动脉在胫后动脉起点下 2cm 处发出，直径约1.8～3mm，两条伴行静脉直径 3～4mm，向外下斜行于腓骨的后内侧，沿途发出骨膜支，穿支、肌骨膜支、皮肤穿支和滋养动脉，滋养动脉细短，经滋养孔进入腓骨髓腔内营养腓骨，滋养孔多位于腓骨中 1/3 的近侧部分(图 2-9)，弓状动脉是骨膜血供的主要来源，当滋养动脉阻塞时，弓状动脉的分支可从骨质的外 1/3 层深入到骨髓腔，代偿腓骨的血供，腓骨瓣的血管蒂形成时要有滋养动脉和尽可能多的保护弓状动脉血供来源。

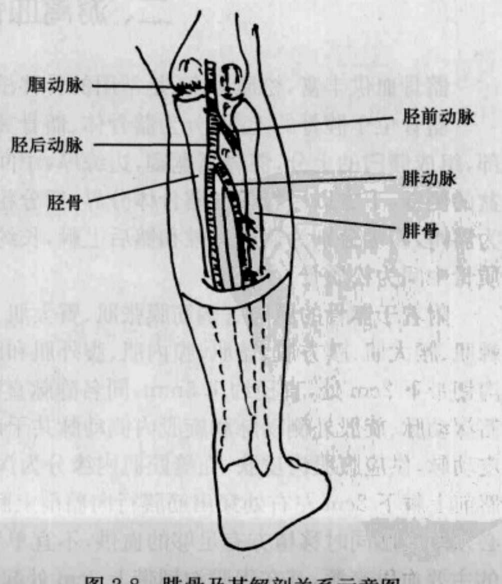


图 2-8　腓骨及其解剖关系示意图

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

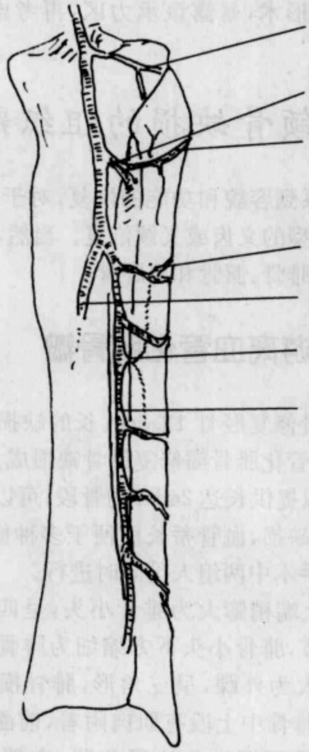


图 2-9 腓骨与有关血管关系示意图

二、游离血管化髂骨瓣

髂骨血供丰富，松质骨多，是常用的骨移植供区。

髂骨位于髋骨的上部，分为髂骨体、髂骨翼和两面及三缘，髂骨肥厚不规则，位于髂骨下部，组成髋臼的上分，髂骨翼宽阔，边缘厚，中间薄，髂骨翼内面前分光滑凹陷为髂窝，是大骨盆的侧壁，下方以弓状线与髂骨体分界，后分粗糙，与骶骨构成骶髂关节，髂骨上缘呈"S"形为髂嵴，两端分别为髂前上棘和髂后上棘，长约 24cm，前后部厚，中部比较薄，在两层薄的皮质骨中间为松质骨。

附着于髂骨的肌肉有阔筋膜张肌、臀大肌、臀中肌、臀小肌、缝匠肌、梨状肌、背阔肌、骶棘肌、腰大肌、腰方肌、髂肌、腹内肌、腹外肌和腹横肌。旋髂浅动脉有股动脉发出，约在腹股沟韧带下 2cm 处，直径约 1.5mm，同名静脉直径 2.5mm，旋髂浅动脉有时与腹壁浅动脉、旋髂深动脉、旋股外侧动脉和旋股内侧动脉共干起自股动脉和股深动脉。旋髂浅动脉主要是皮动脉，供应腹股沟皮肤，在缝匠肌内缘分为深支和浅支，深支穿过缝匠肌和阔筋膜之间在髂前上棘下 2cm 左右处穿出筋膜行向髂前上棘，应用旋髂浅动脉作为血管蒂进行骨移植时必须与皮肤同时移植方有足够的血供，不宜单独行血管化游离骨移植。旋髂深动脉是髂骨的主要血供来源，其在腹股沟韧带上 2cm 处起于髂外动脉，平行于腹股沟韧带，在腹横筋膜

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

深面行向髂前上棘，在髂前上棘下方内侧 2cm 处分为深支和浅支，深支在髂筋膜和髂肌之间紧贴髂骨内侧面，沿髂嵴和髂肌方向呈弧形向后行走，沿途发出数个肌支和骨膜支供应髂肌和髂骨，旋髂深动脉直径 2～3mm，有两秒条伴行静脉，汇合后入髂外静脉，静脉直径 2～4mm（图 2-10～图 2-12）。臀上动脉来自髂内动脉后干，经梨状肌上孔进入臀部后分为深支和浅支，浅支经梨状肌和臀中肌间隙供应臀大肌和髂后嵴，深支在臀中肌深面分为深上支和深下支，深上支在臀中肌深面，臀小肌起点上方，平行于髂嵴呈弧形紧贴髂骨外板骨膜表面行走，有两条同名静脉伴行，至髂前上棘外缘与臀下动脉深下支和旋股外动脉升支吻合，深上支长约 13cm，沿途发出 6～19 个骨营养支进入髂嵴，血管直径约 3mm，供血范围广，变异很少。

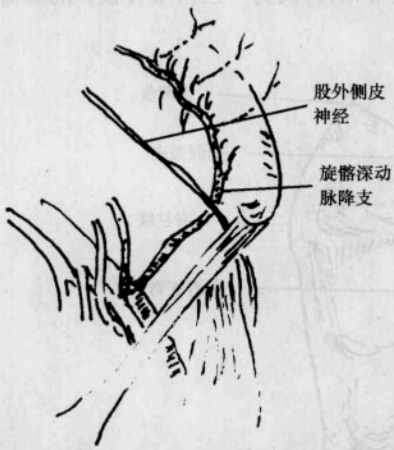


图 2-10　旋髂深动脉和髂骨

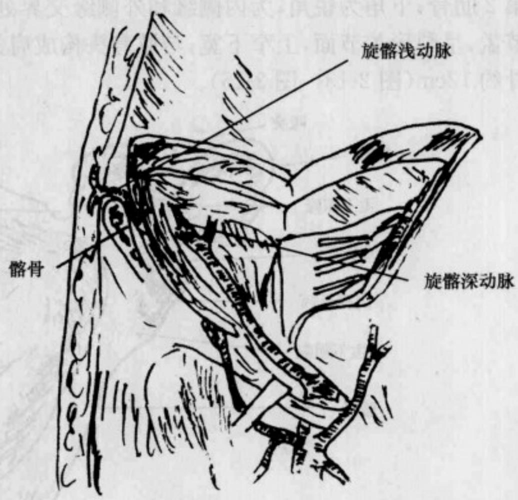


图 2-11　旋髂浅动脉和旋髂深动脉与髂骨

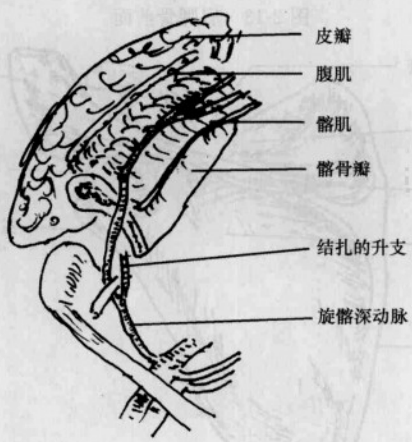


图 2-12　以旋髂深动脉为供血蒂的髂骨瓣

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、游离血管化肩胛骨瓣

20 世纪 80 年代开始应用血管化游离肩胛骨瓣修复颌骨缺损，肩胛骨血供为多源性，可用不同血管蒂构成骨瓣。

肩胛骨位于胸廓后上分，是一扁薄不规则的三角形骨，平均厚度 1～2.5cm，有两面、三缘和三角，肩胛骨背面由横置的肩胛冈分为上小下大的两个窝：上方为冈上窝，有冈上肌附着；下方为冈下窝，有冈下肌附着；肩胛骨前面凹陷为肩胛窝，是肩胛下肌的起点，上缘短而薄；靠外侧有肩胛切迹，内侧缘薄，为脊柱缘。内侧角近似直角，为上缘和内侧缘的交界，对着第 2 肋骨；下角为锐角，为内侧缘和外侧缘交界处，对着第 7 肋或肋间隙，外侧角肥厚，有关节盂，呈梨形关节面，上窄下宽，与肱骨头构成肩关节；肩胛冈为一三角形骨板。肩胛骨可供骨约 12cm(图 2-13～图 2-15)。

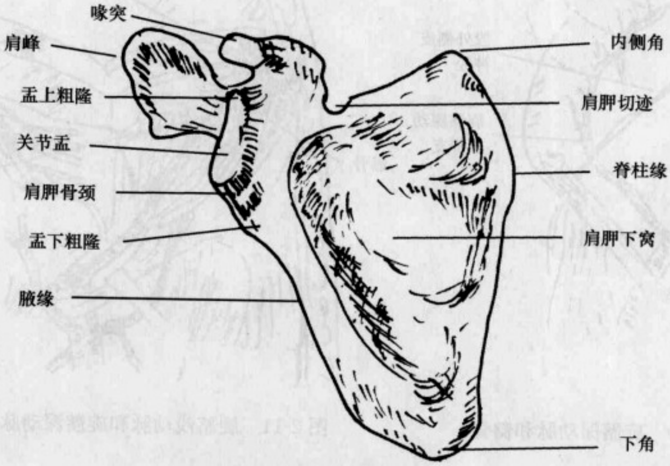


图 2-13　肩胛骨前面

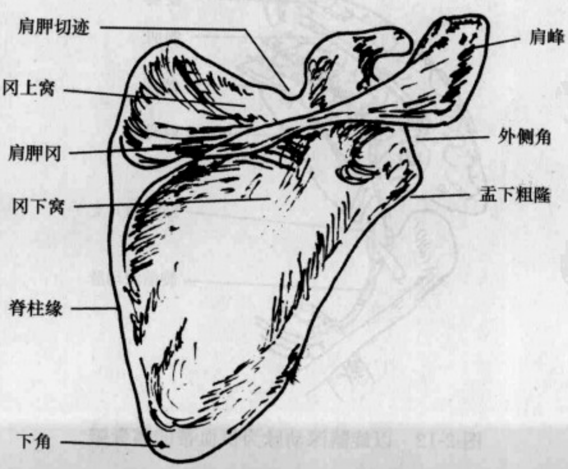


图 2-14　肩胛骨后面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

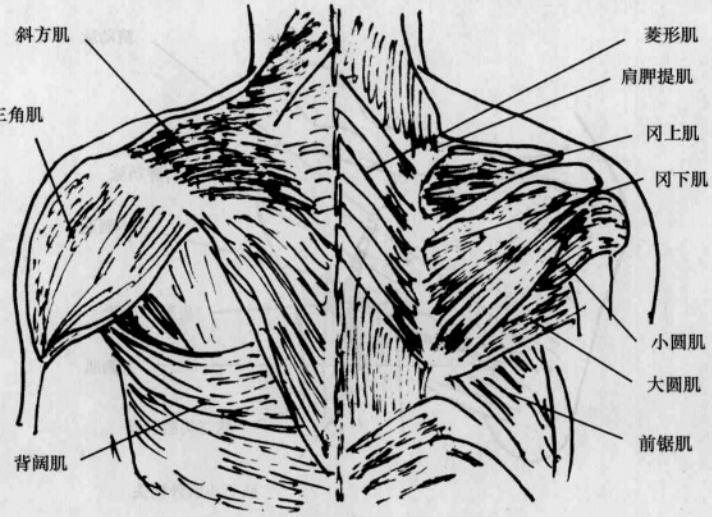


图 2-15　肩胛骨表面及周缘肌肉

肩胛上动脉、肩胛下动脉、颈横动脉、部分肋间动脉和腋动脉构成肩胛骨周围动脉网，肩胛骨外侧缘以及表面皮肤的血供主要来自旋肩胛动脉，其在由小圆肌、大圆肌和肱三头肌构成的三边孔处由肩胛下动脉发出，在三边孔内分为深支和浅支，浅支穿出三边孔供应肩胛部皮肤，深支在肩胛盂下 3～4cm 从肩胛骨周围动脉网，分支进入深面肌肉和肩胛骨外侧缘，旋肩胛动脉直径约 2.5mm 左右，两条静脉伴行(图 2-16，图 2-17)。

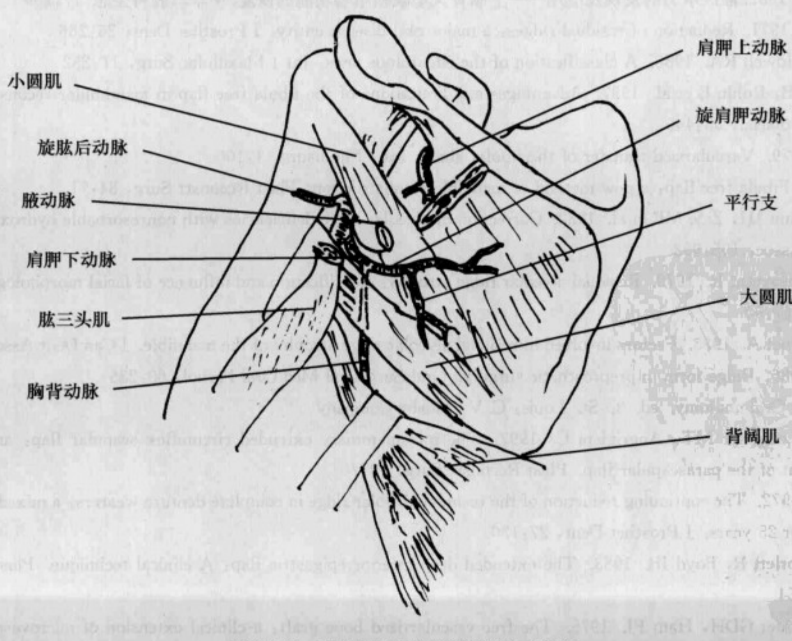


图 2-16　肩胛骨及其解剖关系示意图

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

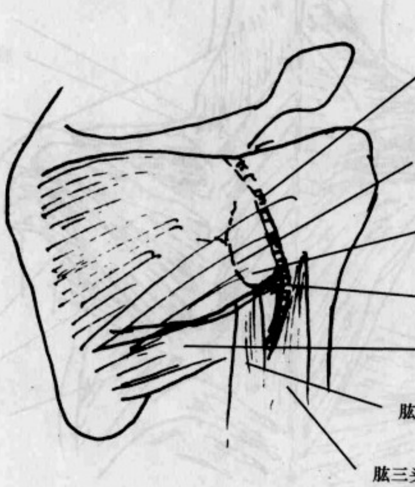


图 2-17 旋肩胛动脉的解剖位置关系

（谢 旻 吴 勇 胡 敏）

参考文献

黄洪章. 2001. 现代口腔颌面外科学. 北京：科学技术文献出版社

邱蔚六. 1998. 口腔颌面外科理论与实践. 北京：人民卫生出版社

周继林，洪民. 1982. 颧区承力的发现及应用——上颌骨大型缺损咀嚼功能的恢复. 中华口腔科杂志，17：209

Atwood DA. 1971. Reduction of residual ridges：a major oral disease entity. J Prosthet Dent，26：266

Cawood JI，Howell RA. 1988. A classification of the edentulous jaws. Int J Maxillofac Surg，17：232

Ferri J，Piot B，Ruhin B et al. 1997. Advantages and limitations of the fibula free flap in mandibular reconstruction. J Oral Maxillofacial，55：440

Gilbert A. 1979. Vascularized transfer of the fibular shaft. Int J Microsurg，1：100

Hidalgo DA，Fibula free flap：a new method of mandible reconstruction. Plast Reconstr Surg，84：71

Kent JN，Quinn JH，Zide MF et al. 1982. Correction of alveolar ridge deficiencies with nonresorbable hydroxyapatite. J Am Dent Assoc，105：993

Mercier P，Lafontant R. 1979. Residual alveolar ridge atrophy：classification and influence of facial morphology. J Prosthet Dent，47：90

Mercier P，Vinet A. 1983. Factors involved in residual alveolar ridge atrophy of the mandible. J Can Dent Assoc，49：339

Mercier P. 1986. Ridge form in preprosthetic surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol，60：235

Sicher. 1967. Oral anatomy. ed. 3. St. Louis：C. V. Mosby Company

Siebert JW，Longaker MT，Angrigiani C. 1997. The inframammary extended circumflex scapular flap：an aesthetic improvement of the parascapular flap. Plast Reconstr Surg，99：70

Tallgren A. 1972. The continuing reduction of the residual alveolar ridge in complete denture wearers：a mixed longitudinal study for 25 years. J Prosthet Dent，27：120

Taylor GI，Corlett R，Boyd JB. 1983. The extended deep inferior epigastric flap：A clinical technique. Plast Reconstr Surg，72：751

Taylor GI，Miller GDH，Ham FJ. 1975. The free vascularrized bone graft：a clinical extension of microvascular techniques. Plast Reconstr Surg，55：533

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Taylor GI, Townsend P, Corlett R. 1979. Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps: clinical work. Plast Reconstr Surg, 64:745

Taylor GI, Townsend P, Corlett R. 1979. Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps: Experimental work. Plast Reconstr Surg, 64:595

Taylor GI. 1982. Reconstruction of the mandibule with free composite iliac bone frafts. Ann Plast Surg, 9:361

Taylor GI. 1983. The current status of free vascularized bone grafts. Clin Plast Surg, 10:185

Teot L, Bosse JP, Moufarrege R et al. 1981. The scapular crest pedicled bone graft. Int J Microsurg, 3:257

Wical K, Swoope CC. 1974. Studies of residual ridge resorption. Part Ⅱ: The relationship of dietary calcium and phosphorus to residual ridge atrophy. J Prosthet Dent, 32:13

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第三章 口腔修复的生物力学基础

随着自然科学的发展，许多新理论、新手段被引入医学研究，往往较大幅度地推动了医学科学的发展。这类例子枚不胜举，如放射线理论及X线技术、核物理学及其技术、信息技术推动医学研究和临床技术的飞跃等等。口腔医学作为医学的一个分支学科，其发展同样需要借助于其他学科的成果。特别值得关注的是，近20年来，生物力学的理论与技术在口腔修复学研究中广泛应用，解决了义齿结构力学、材料力学中的许多问题。

生物力学是一门由生物学、医学、工程力学、物理学和数学相结合的科学，它体现了现代科学技术的发展，已成为严密的综合体系，具有各学科彼此渗透、相互交叉紧密联系的特点。

生物力学的主要任务是研究生物体的力学(生物体对力或运动的响应)问题的科学。其内容包括：运用力学的基本理论和分析、计算、实验等方法，研究生命现象和力学机理，揭示论证生命运动的力学规律；研究人体的力学行为与生物学响应的关系，为防病治病、保健康复、体育运动以及安全防护等提供新的理论、方法和设备；应用力学的设计、实验、模拟等方法，以利用生物体系的功能给社会提供服务。口腔生物力学仅是生物力学的一个分支。

口腔生物力学就是应用力学的方法和理论，研究口腔中细胞、组织器官和整体的力学性质与力学行为，分析口腔功能过程的各种力学现象与力学过程，以达到进一步揭示活动生命过程的特点和本质，为防治口腔疾病、进行保健与修复等提供新的理论、方法和设备。由于口腔生物力学的兴起与发展，使口腔修复学逐渐从经验性的临床学科转变为具有科学理论为基础的科学，有力地推动了口腔修复学的发展。

第一节 口腔修复生物力学研究的基本手段

在口腔修复领域内，研究生物力学的基本手段主要有两类，即实验应力分析法和数值计算法(或称理论分析法)。

一、实验应力分析法

实验应力分析法是利用实验手段对构件或模型进行应力、应变分析。实验应力分析的手段很多，目前在口腔修复方面应用的主要有电阻应变测试法(电测法)和光力学方法(光测法)。

光力学法是应用光学原理研究构件或模型的应力、应变和位移等力学问题的实验方法。它包括光弹性法、全息光弹性法、全息干涉法、散斑法等。前两种方法主要是对物体内的应力、应变状态进行分析，故又称光测力学应力法；后两种方法主要是测量物体内的位移，又称光测力学位移法。其中，光弹性法是目前口腔修复体受力分析最常用的方法。

(一) 光测力学分析法

利用光学仪器设备对口腔组织结构及修复体或对其模型进行测试，测定其应力、应变、

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

位移状态，或测试其生物力学基本特性的数值。光测力学法的主要优点是无损的非接触式测量，灵敏度高，结果直观，可以显示全场的情况。目前，口腔修复生物力学研究中主要采用以下几种光测力学分析方法。

1. 光弹性法　用光学原理研究弹性力学问题的实验方法称为光弹性法，光弹性应力分析法是将光学与弹性理论相结合，在光弹仪上进行实验的方法。它是应用偏振光通过具有特殊光学性质的透明塑料所制成的实验模型，在模型上按需要加载后呈现的各种应力条纹图，来测定模型内各点应力的大小和方向；或将光弹性材料直接粘贴或涂敷在待测物体的表面，当物体受载时，物体表面的变形传递给光弹性贴片，用反射式光弹仪进行观察测量，通过计算即可获得实物表面的应变情况，即将具有双折射效应的透明塑料制成构件模型，将模型置于偏振光场中。当给模型加上载荷时，可看到模型上产生的等色线或等差线干涉条纹图形。由干涉图形测出干涉条纹，通过计算就能确定构件模型在受力情况下的应力状态，可以得到直观的、全场的应力分布状态。

光弹性法的主要优点在于能测量物体应力分布的全貌，不仅能获得模型表面应力和内部各截面的应力分布状况，且适用于研究几何形状及加载条件复杂的物体，并能对物体的二维（平面）及三维（立体）做定性、定量分析。应用光弹性法可以研究几何形状和载荷条件都比较复杂的应力分布状态，特别是应力集中的区域和三维内部应力问题。但光弹性法只能在体外模拟口腔条件的实验模型上进行，为模型实验研究，存在模型与实体的几何相似性、物理相似性、骨组织粘弹性、界面问题、生物学相似性等一系列问题，且模型加工困难，光弹贴片法亦只能在体外测得实体表面的应力，这样，影响其精确性的因素较多，故必须与其他方法配合分析。

2. 全息光弹法　将全息照相和光弹法相结合而成的一种实验应力分析方法。其实验模型的制作与光弹性法的制作方法基本相同，只是用双模型法。本法不仅可测得等倾线和等差线，还能测得反映主应力的等和线及反映绝对光程差的等程线。用单曝光法会得到等差线，用双曝光法则可得到等差线条纹与等和线条纹互相调制的组合条纹。根据测得的各种条纹级数，便可计算出模型内部各点的主应力分量。

3. 光弹贴片法　将一种应变光学灵敏度较高的光弹性塑料薄片粘贴在被测构件表面，通过测定该贴片随构件表面变形而产生的等差线干涉条纹级数，求得该构件表面应变分布的一种实验应力分析法。利用这种方法能直接从工程构件表面测得应变的全场状况，并能准确测定其应力集中现象，故能将常用的光弹性实验技术用到实验中去。

4. 散斑干涉法　是用激光照射到漫反射物体表面，再由反射光波干涉形成的散斑随物体变形（变位）而变化。采用适当装置，通过双曝光法把变形前后的散斑记录在同一张全息底片上，经显影定影便可获得有储存物体表面各点位移信息的散斑图。用激光照射设备图，便可显现出散斑干涉条纹。在进行光学变换信息处理后，便可分析出位移信息。

5. 全息干涉法　是利用全息照相术获得物体变形前后的光波波阵面相互干涉所产生的干涉条纹图，用以分析物体变形或位移的一种干涉计算术。全息干涉法具有非接触性和灵敏度高等优点，并可再现物体的三维图像。

6. 云纹法　云纹法的基本元件是栅板。栅板由透光和不透光的等距平行线组成，明线和暗线相间，暗线称为栅线。将试件粘贴在胶片栅上，然后撕掉胶片，只保留栅线在试件表面。试件栅可随物体而变形，而基准栅则不随物体变形。当光源照射时，可观察到试件栅与

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

基准栅的重叠栅线。入射光波上述栅线阻光最多时，此处形成暗条纹，阻光最少时，形成明条纹，这种明暗条纹称为云纹。通过测定云纹并对其进行分析，可以确定试件的位移场或应变场。

7. 光咬合法 光咬合法又称光合法，是利用具有永久性双折射性能的光咬合板在咬合力作用下，在咬合力作用区产生永久变形。在偏振光场中，永久变形区可见双折射条纹，双折射条纹与应力和应变有一一对应关系，可根据双折射条纹值进行应力、应变分析。利用光咬合法可对牙咬合接触的应力、应变状态进行定性定量分析。

（二）电测应力分析法

电测应力分析法基本原理是以电阻应变片作为传感元件，将被测试点的应变转换成电压信号，通过贴于被测物体表面的电阻应变片，将物体表面指定点的应变情况由电阻应变仪用数字显示出来。

1. 电阻应变测量 用电阻应变计测定构件的表面应变，再根据应力应变的关系式确定构件表面应力状态的一种实验应力分析方法。这是一种测量物体表面特定点的局部应力分析方法。

电阻应变测试法是用电阻应变仪来测定布置在测点处的电阻应变片（即传感器）中的电阻变化，以确定测点处的应变，并进而按虎克定律确定应力的方法。电阻应变片常用电阻合金丝做成栅状，牢固地贴在两张绝缘性能良好的薄纸片或塑料片之间而制成。在用电测法进行测定时，首先得将电阻应变片牢固地粘贴在被测物体表面的某一测点处。当被测物体受外力作用后，贴在测点处的电阻应变片将随同物体测点处的应变而产生长度变化，该片内的电阻值也随之发生相应的改变。这样，就可用电阻应变仪将此电阻值的变化量测量出来。

电测法的优点是：精确度高；所用电阻应变片构造简单，尺寸可很小，便于安装在被测物体很小的空间处；适用于静态或动态测量。电测法的缺点是只能测定物体表面各点处的线应变；如果想了解整个物体的应力变化时，必须测量很多点，工作量大；测量精度受粘结剂的影响大。另外，对局部应力集中的应变峰值测量，仍不够精确。目前对口腔修复体的应力测定，可将传感器固定于修复体上，直接在口内进行测定。这样，直观性强，更符合口腔实际情况。但安装传感器的操作方法复杂，且其灵敏度易受口腔多变环境的影响。此外，也可以在体外模拟口腔条件的情况下进行测量。

2. 电阻应变计式传感器测量 以电阻应变计为转换元件，将被测物理量（如力、位移、形变等）转换为电信号。传感器的弹性元件受被测物理量作用而变形时，粘贴在它上面的电阻应变计将该变形转换为电阻的变化，通过测量仪器，将此变化转变成和被测物理量成比例的模拟电信号输出。

二、数值计算法

实验生物力学研究的三种代用模型，即动物模型、物理模型和尸体模型，都存在一定局限性。如动物模型可以监测生理反应，由于可得到的动物一般都是四足动物，它们的结构功能与人类的不同。物理模型缺乏几何和材料特性的生物逼真度；尸体模型的生物学易变性、复杂性和高昂的花费是其限制因素。而理论生物力学（有限元法、无限元法）为数学或计算

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

机模拟。

数值计算法是运用材料力学、弹性理论研究应力分布，即目前广泛应用的有限元分析法，它属于力学分析中的数值计算法。

（一）有限元法

有限元法是把一个连续的介质（或构件）看成是由有限数目的单元组成的集合体，在各单元内假定具有一定的理想化的位移和应力分布模式，各单元间通过节点相连接，并借以实现应力的传递，各单元之间的交接面要求位移协调，通过力的平衡条件，建立一套线性方程组，便可得到各单元和节点的位移、应力。

1. 有限元法的优点　使用有限元计算分析法较其他传统的实验应力分析法有明显的优点：①有限元法能给出（所需要的）模型上任意部位的应力和位移状态；②有限元计算分析方法中采用的数学力学模型可反复使用，对不同载荷条件下的应力、位移进行计算，保证了模型的相似性；③可对复杂条件下的应力和位移进行快速计算。为了验证其分析结果是否正确，有时需要用实验应力分析法进行抽样实验分析，或用已知的基础知识或临床知识加以验证。

2. 有限元法的基本思想　有限元法是用简单而比较完备的模型来给出复杂问题的近似解。其基本原理是将一个由无数个质点组成并且有无限个自由度的连续体近似为由有限个单元所组成的集合体，单元又在被称为节点的一些特殊位置上相铰连，因此，这一集合体只具有有限个自由度。这是一个离散化的过程，从数学意义上说就是将微分方程的连续形式转化为代数方程组。对每个单元均可预先找出节点位移与力之间的关系式，用单元刚度矩阵联系起来，然后再把若干个单元刚度矩阵集合成联系结构位置和外力的总刚度矩阵。结构的载荷、几何形状、材料性能、边界条件和界面条件等均可用数学形式概括。其解题思路可简述为：从结构的位移出发，通过寻找位移与应变、应变与应力、应力与内力、内力与外力的关系，建立相应的方程，从而由已知的外力求出结构的位移状况和内部应力。

由于口腔组织结构的非均质性，几何形状的不规则性，所受外力的复杂性，以实验应力分析法不能完全解决这样复杂的力学问题，而有限元法与电子计算机技术密切结合，则成为解决这类问题的有效方法。有限元法的优点是：它能够给出模型任意部位的应力和位移状况；不仅获得数值，还能由计算机自动绘出应力图；当所研究的物体被转化成数学力学模型后，可反复使用该模型进行各种加载和计算，保证模型的完全一致性；使用计算机处理数据简便精确。目前对口腔修复的应力分析已从简单的二维有限元分析发展到三维有限元分析。它是目前全面描绘非均质性和具有不规则几何形态材料所受应力的唯一方法。

（二）无限元法

无限元方法是在有限元理论基础之上，将无限剖分与有限元方法相结合，允许在应力集中、变形剧烈等区域按一定的比例常数使用无限相似网格剖分，通过所剖分每一层形成的组合刚度矩阵，叠加成总刚度矩阵而求解代数方程组。通过计算，可以得到任一点的应力、应变值。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（三）口腔修复生物力学理论分析法今后值得注意的问题

1. 三维有限元模型的建立 由于将CT片进行各种处理来获得轮廓数据工作仍比较繁重，且与实际也有一定的差异，所以研究如何能将进口螺旋CT机的图像轮廓数据完整输出是目前一个重要研究方向。同时，在CT片拍摄时，如何利用进口机器的优越性，设计各种参数，使得牙齿、牙槽骨、牙髓腔、牙周膜及修复体能清晰地区分开也仍是一个有待研究的问题。在获得轮廓数据时，无论是CT机还是磨片法多只考虑水平扫描与磨除，故而，在今后的研究中，可考虑将水平扫描与冠状扫描相结合以获得更真实的模型数据。

由于口腔力学本身的复杂性，每一研究往往只涉及整个口颌系统的一部分，因此，为使研究工作更有效率，可根据研究目的的不同在模型的建立方面适当简化，如对于只研究修复体本身受力状况，可以简化对牙槽骨的模型建立，不必过细地考虑牙周膜及牙髓腔的形态。此外，建立一个包含各种颌骨仿真模型的数据库，是一项比较费时费力但却非常有意义的研究工作。

2. 三维有限元模型材料假设 鉴于牙槽骨为粘弹性体，牙体、牙槽骨、牙周膜等为非均质、不连续及各向异性的材料，今后应对实验条件作更复杂的假设。这也是此类研究中的一个难点。

(1) 材料参数：目前各研究所借助的材料参数均参考国外20世纪70～80年代的研究结果，而针对国人的材料参数的基础研究较少，在今后的研究中应注重将动物实验、临床实验及有限元分析相结合，研究分析国人的牙齿、牙槽骨、牙周膜等的材料参数，使得分析的结果更接近实际。

(2) 口腔修复领域加载条件：口腔牙槽骨及牙齿均在运动过程中受力，上述静载研究结果与实际受力情况会有一定的差异，研究义齿修复体在动载条件下受力也应列为今后研究的一个重点。此外尚可同时制作对侧颌骨模型，研究上下颌骨各种咬合状态下基牙的应力分析。

(3) 研究内容：口腔临床中经常用桥体减径的方法来减小应力，但并未有关于此方面详细的研究及论证，如𬌗面的面积具体减到何种程度能使应力减到最小，且使修复体的咀嚼功能发挥得最好。在今后的研究中，可将已建立的模型作适当的修改，比较桥体颊舌向及近远中向减径前后的基牙受力变化，以便更好地指导临床工作。此外，关于口腔修复过程中牙周膜的受力分析中，应重视将牙周膜作为粘弹体来研究。

三、细胞力学研究

细胞力学是研究机械力对细胞形态变化及生长的影响的一门学科，是生物力学中迅速发展起来的前沿领域。近年来有关生物组织应力-生长关系的研究表明，从器官、组织到细胞、亚细胞等各个层次上的生命运动都是在一定的力学环境中进行的，应力与生长的关系在细胞水平上主要体现在两个方面：一是单个细胞的生物学行为，如增殖、形态变化和分泌功能的响应；二是群体细胞组织化的整体行为响应，如机械信号传导、基因表达等。目前，离体细胞的力学研究主要采用下列几种方法。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(一) 微吸管吸吮技术

通过测量在一定负压作用下细胞的变形及变形过程来研究细胞的力学特性，可用于检测单个细胞或细胞对的变形和黏附。

(二) 压力载荷法

研究离体培养的细胞在压应力作用下的力学特性。

(三) 基底拉伸法

采用不同的机械力使离体培养并黏附于弹性基底膜表面的细胞受到不同大小、不同频率的周期性拉伸，观察在拉应力的条件下细胞的力学特性。

(四) 流体剪切法

采用不同设计的装置使贴壁黏附的细胞受到流体剪应力的作用，观察在剪应力作用的条件下细胞的生物学行为。

第二节 与活动义齿修复有关的生物力学

活动义齿是利用黏膜、骨组织或天然牙作支持，靠义齿的固位体和基托固位，可以自行摘戴的一种修复体。缺失单个牙、多个牙或全口牙都可采用。活动义齿包括：可摘局部义齿、全口义齿、覆盖义齿、精密附着体、隐形义齿等等类型。

一、与可摘局部义齿修复有关的生物力学

可摘局部义齿是利用天然牙与黏膜作为支持，通过固位体卡环和基托将义齿固位在牙列内，患者可自行摘戴，故称为可摘局部义齿。它可按结构和支持形式分类。按结构可以分为基托式可摘局部义齿和支架式可摘局部义齿。按支持形式可分为牙支持式义齿、黏膜支持式义齿和混合支持式义齿。牙支持式义齿的殆力主要由天然牙承担，适用于缺牙数量少，缺牙间隙小，缺隙两端均有可利用的健康基牙；黏膜支持式义齿通过基托将殆力传导至黏膜和牙槽骨上，适用于多数牙缺失，余留牙不适宜作基牙时采用；混合支持式义齿的殆力由天然牙和基托下的黏膜、牙槽骨共同承担，适应范围较广，是临床上最常采用的支持形式。整铸支架的可摘局部义齿多属于牙支持式或混合支持式义齿。由分类可看出可摘局部义齿的设计、支持、固位、稳定等各方面与黏膜、颌骨及牙齿的生物力学情况密切相关。

(一) 与基牙选择有关的生物力学因素

牙支持式可摘局部义齿受力后，殆力的垂直向分力经殆支托传递至基牙上，而殆力的水平向分力则由卡环的坚硬部分和小连接体传递至基牙上，基托所承受的载荷较小。黏膜支持式可摘局部义齿受力后，殆力主要由基托下的支持组织承载，经基托直接传递到黏膜和牙槽骨上，基牙不承受义齿的垂直向载荷；当混合支持式可摘局部义齿受力后，传递至基牙上

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的力量可能受到以下因素的影响：

1. 缺牙间隙的长度 缺牙数目越多，义齿的基托越长，杠杆力作用越大，传递至基牙上的力也越大。

2. 基托下黏膜的性质 被覆盖的软组织健康者，提供的支持力量也大，基牙的负担可相应减小。黏膜的厚度和弹性正常者，比黏膜萎缩、弹性不良者的承载能力大；黏膜的可移性大者，义齿的稳定性差，基牙上受力大。

3. 牙槽嵴的丰满程度 牙槽嵴宽大丰满者，能承受较大的殆力，因此相对减轻基牙的受力。反之，牙槽嵴窄小、低平，或呈刀刃状，极度不规则时，会相对增加基牙的负担。

4. 卡环的种类、设计和结构

(1) 合理的卡环设计可以减轻基牙所负担的力量，有交互力量平衡的卡环，可以消除固位臂通过基牙牙冠最大周径线时施加于基牙上的扭力。铸造卡环比锻丝卡环加在基牙上的力量要大，故前者对基牙质量的要求更高。

(2) 卡环与基牙牙冠表面接触面积越大，则传递至基牙上的压力越大。

(3) 卡环固位臂的弹性大时，传递至基牙的力虽小，但传导至牙槽嵴上的垂直压力和水平压力均增加。

(4) 平衡的咬合关系使义齿获得稳定，可减小侧向力对基牙和牙槽嵴造成的损伤。要减小义齿的侧向力，需要通过调殆来完成。

(二) 与人工牙设计有关的生物力学因素

因为前牙在设计时重点考虑的是美观，而后牙主要是考虑咀嚼功能，所以后牙受生物力学因素的影响要大得多。在后牙，人工牙的颊舌径原则上应该比天然牙略为减小，设计中则应根据义齿的支持形式、缺牙数目多少、基牙的数目和健康情况、缺牙区牙槽嵴的情况酌情调整。个别牙缺失若采用牙支持式义齿设计时，可以不改变人工牙的颊舌径。当对颌牙为天然牙时，牙槽嵴形态窄小、低平时，游离缺失时，采用黏膜支持式义齿设计时，则均应减小人工牙的颊舌径，以减小殆力，减轻支持组织负担。另外，颌面形态的设计对于人工后牙极为重要，后牙牙尖角度大者，易穿破食团，但侧向殆力大，不利于固位。若后牙牙尖角度小，穿破食团的能力差，但有利于义齿的固位。设计时，应该兼顾咀嚼功能和牙尖角度，主要根据对颌牙殆面的情况进行设计，保证有较广泛的尖窝接触，加深殆面的溢出沟和殆外展隙以利于食物溢出，并与对颌牙保持一定的覆盖，避免咬伤舌和颊黏膜。人工牙的殆龈径应根据牙弓后部间隙的大小来设计，人工牙的近远中径则应与后牙的实有牙槽嵴相匹配，对于对颌为天然牙的游离端缺失患者，支持条件较差时，应该考虑采用减数或减小人工牙近远中径的设计。

(三) 殆支托设计的有限元分析

在可摘局部义齿修复中，殆支托的应用研究和基础力学分析，一直是修复领域讨论的热点之一。研究表明，①远中殆支托由于受力点接近加载点使基牙所受的压力和扭力最大，对基牙所造成的损伤也最大；而近中牙殆支托受力点前移，在相同的加载情况下，基牙受力小。采用双支托时，基牙所受的应力鉴于两者之间。提示为了保护基牙，特别在基牙情况较差时，在设计下颌游离端义齿时尽量选择近中殆支托。②不管加载点和加载力如何变化，远中

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

殆支托对基牙造成位移最大，基牙对牙周膜、牙槽骨压应力也最大，长期如此会造成基牙松动，故而近中殆支托最有利于基牙的健康。③近、远中殆支托也各有不足，近中殆支托因力矩较大会使牙槽嵴所受负荷总量加大，远中殆支托又使基牙的牙周支持组织受到较大的水平力而产生损害，故而，一些学者设计了多基牙殆力转换式可摘义齿以及殆力转换卡义齿，其三维有限元分析表明该类义齿在承受殆力时，将部分殆力在矢状面上分解为近中向分量和远中向分量，因而义齿承担的咬合力转换方向后大部分在基牙上相互抵消，牙周支持组织受力均匀，有利于基牙的健康

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

致便可获得制锁作用。就位道和脱位道之间形成的角度称为制锁角。进入制锁角内的义齿构件要沿脱位道方向移动时，受阻于基牙牙面所产生固位力。制锁角越大，则固位力越大。

4. 各固位体相互制约对固位力的影响 当义齿有多个固位体或多个缺牙间隙时，在行使功能中的脱位力不同，表现出相互牵制的作用，产生摩擦力，有助于固位。

5. 脱位力的大小和方向对固位力的影响 义齿就位后，卡环固位臂应该处于被动状态，不应该对基牙施加任何静压力。在咬合力作用或食物粘着力作用下，出现一定的脱位力，只要固位力大于脱位力，则不会发生脱位，故脱位力较大时应增加固位力。另外，脱位力的方向对固位的影响较大，设计就位方向时，应尽量与脱位方向不一致，造成制锁状态，以增强固位。

6. 固位力的调节 调节固位力可以使义齿符合生理要求和功能需要，避免固位力过大或过小。可选用的措施有：

(1) 增减直接固位体的数目：固位力的大小与固位体的数目成正比，通常情况下 2～4 个固位体可以达到固位要求，忌设计过大的固位力，因容易损伤基牙，也可能造成摘戴困难。

(2) 选择和修整基牙的固位倒凹：基牙的倒凹深度过小或过大，倒凹坡度过小均不利于固位，故基牙应该有适度的倒凹，特别是适度的倒凹深度，并且根据固位倒凹设计卡环固位臂。如果有不利倒凹，则应做调磨，或者改变就位道设计，一般倒凹的深度应小于 1mm，铸造卡环臂要求的倒凹深度偏小，不宜超过 0.5mm，倒凹的坡度应大于 20°。

(3) 调整基牙间的分散程度：基牙越分散，各个固位体亦分散，各固位体间的相互制约作用增强，固位力增强。

(4) 调整就位道：改变就位道将导致基牙的倒凹深度、坡度以及制锁角的变化，从而达到增减固位力的目的。

(5) 调节卡环臂进入倒凹区的深度和部位：将卡环臂设置在倒凹深度最适宜的位置，即不进入倒凹深度最大的部位，以减少固位力。

(6) 卡环材料的刚性和弹性限度选择：刚度和弹性限度越大的卡环固位臂，固位力越强，但应控制在不损伤基牙的范围内。

(7) 选用不同制作方法的卡环：需纵向固位力强者，可用铸造卡环；需横向固位力强者，可用锻丝卡环。

(8) 利用不同类型的连接体：使用有弹性的连接体进入基牙的部分倒凹区，可以增强固位作用，减少食物嵌塞。

(五) 影响可摘局部义齿稳定的生物力学因素

义齿的稳定是指义齿在行使功能时，无翘起、下沉、摆动、旋转等现象。义齿的稳定性与义齿的良好固位有密切的关系，一个固位性能良好的义齿，其稳定性能也应该好。造成义齿不稳定的因素主要来自于作用在可摘局部义齿上的两种力量：一种是作用于支点线的力。可将义齿压向牙槽嵴或使之离开牙槽嵴，表现为基托下沉或翘起；另一种是作用于回转线的力，可使义齿沿回转线发生扭转和倾斜。义齿的不稳定有两种表现形式：一种是义齿因无支持而均匀下沉性不稳定，对基牙和支持组织的影响相对较小；另一种是义齿在牙弓上有支点或转动轴，而产生的转动性不稳定。转动性不稳定形成的原因有两个，一是义齿的某些部件在天然牙上或者支持组织上形成支点或转动轴；二是由于义齿存在游离端，不可避免地存在

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

回转线。转动性不稳定产生的杠杆作用导致作用力方向的改变，使基牙和基托下组织承受的压力不均匀，可能使基牙和支持组织受到损伤，因此必须受到重视。

1. 根据力学原理消除转动性不稳定

(1) 增加或使用对抗平衡固位体：以用于对抗义齿沿支点线旋转。

(2) 增加平衡距：通常平衡力是加在义齿的支点或支点线的对侧，以使义齿保持平衡。增加平衡距使得平衡距大于殆力矩，同时还有可能改变转动轴，使义齿不再发生不稳定现象。

(3) 消除支点：义齿的转动性不稳定是由于义齿的部件或基牙及支持组织形成的支点所致，消除支点后，即可获得稳定。可能存在的支点有两种，一种是殆支托、卡环在基牙上形成的支点；另一种是基托在基托下组织上形成的支点，常见于骨性突起或硬组织倒凹处，特别是基托面积大和基托下组织支持力强的患者。

2. 各种不稳定现象的具体处理方法

(1) 翘起：在支点的平衡端放置间接固位体如支托、隙卡，或者延长基托。通过改变就位道方向，则可利用义齿基托的制锁抗衡作用，还可以在基牙上设置分臂卡环或隙卡，利用基牙的近缺隙侧倒凹制锁抗衡。

(2) 摆动：摆动是由侧向殆力引起的，单侧游离端义齿和下颌双侧游离端义齿易出现摆动现象。在支点的对侧放置直接固位体或间接固位体，加大基托的面积，减小人工牙牙尖斜度以减小侧向殆力，达到咬合平衡，均可以克服义齿的摆动。

(3) 旋转：旋转现象常沿支点线发生，可以通过缩短游离距，增加平衡距来克服。例如第一磨牙缺失的可摘局部义齿修复，其支点线呈纵线式，常发生沿支点线（即殆支托连线）的颊舌向旋转，对抗旋转必须减小游离距（即殆支托连线到人工牙的颊舌侧殆缘的距离），具体措施是减小人工牙殆面的颊舌径；同时可以改变就位方向，利用一端邻面基托的制锁作用；此外，还可以使用分臂卡环对抗旋转。当支点线呈斜线式或者横线式时，义齿同样可能发生沿支点线的旋转，放置间接固位体增加平衡距，可以对抗旋转。

(4) 下沉：义齿的下沉常见于游离端基托，无殆支托的黏膜支持式义齿，是由殆力造成的。殆力的垂直分力是最主要的作用力，若发生不均匀性下沉极易造成基牙和支持组织的损伤。当游离距大于平衡距时，应消除支点；当平衡距大于游离距时，仍应采取保护基牙及支持组织的措施，特别是对游离缺失患者，可采取人工牙减径，必要时减数，制取压力印模，扩大基托伸展面积以分散殆力等。

（六）影响可摘局部义齿支持的生物力学因素

义齿行使功能时，为了防止义齿下沉，应该有良好的支持。牙支持式可摘局部义齿承受的殆力主要由基牙来承担，适当的基牙数目，通过殆支托结构为义齿提供良好的支持。混合支持式可摘局部义齿承受的殆力是由基牙、黏膜和牙槽嵴共同承担，这种设计在临床上应用最广泛，特别适宜于游离端义齿。为了对抗游离端基托下沉，除设计支托外，还可以使用牙间卡环、舌支托、切支托等间接固位体。对于黏膜支持式可摘局部义齿，殆力直接通过基托传导至黏膜和牙槽骨上，支持力较差，长期的殆力作用可能导致牙槽嵴的吸收，继而致使义齿下沉。为了保证对该类义齿的支持作用，应该适当加大基托面积以分散殆力，保持基托组织面与承载区黏膜组织良好的接触关系，力求使载荷均匀分布，并采取减小人工牙颊舌径，甚至减少人工牙数目的措施，来减小载荷改善支持力。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、与全口义齿修复有关的生物力学

（一）与全口义齿固位和稳定有关的生物力学因素

全口义齿由基托和人工牙两部分组成，靠义齿基托与黏膜紧密贴合及边缘封闭产生的吸附力和大气压力固位，吸附在上下颌牙槽嵴上，以恢复患者的面部形态和功能。

要获得全口义齿的良好修复效果，义齿必须要有良好的固位和稳定。固位是指义齿抵抗从口内垂直脱位的能力，如果全口义齿固位不好，患者在张口时即容易脱位。稳定是指义齿对抗水平和转动的力量，防止义齿侧向和前后向脱位，如果义齿不稳定，在说话和吃饭时则会侧向移位或翘动，不仅造成义齿脱位，对牙槽嵴还将产生创伤性力量。可以说，全口义齿的固位和稳定与其生物力学情况密切相关。

1. 全口义齿固位的生物力学原理　全口义齿的固位是在大气压力和吸附力等物理作用下，利用生物力学原理使义齿附着于义齿的上下颌骨上。

(1) 大气压力：根据物理学原理，当两个物体之间产生负压，而周围空气不能进入时，外界的大气压力将两个物体紧压在一起，只有在使用一定的力量破坏了负压之后，才能将两个物体分开。同理，全口义齿基托边缘与周围的软组织始终保持紧密的接触，形成良好的边缘封闭，使空气不能进入基托与黏膜之间，在基托与黏膜之间形成负压，在大气压力作用下，基托和组织密贴而使义齿获得固位。没有良好的边缘封闭就无大气压力作用可言。使全口义齿脱位，也首先要破坏边缘封闭，使空气进入基托与黏膜之间，才能使义齿脱位。大气压力在全口义齿固位力中起着重要作用。Sknner 等人发现，无边缘封闭时基托的固位力大幅度减低，有边缘封闭的义齿其固位力约是无边缘封闭义齿固位力的 10 倍。因此，基托边缘封闭越好，则大气压的作用越强。基托受到的大气压力与基托面积的大小有关，基托面积越大，义齿上受到的大气压力的总和越大，则固位越好。

(2) 吸附力的作用：吸附力是两种物体分子之间相互的吸引力，包括附着力和黏着力的作用。附着力是指不同分子之间的吸引力。黏着力是指同分子之间的内聚力。全口义齿的基托组织面和黏膜紧密贴合，其间有一薄层的唾液，基托组织面与唾液，唾液与黏膜之间产生附着力，唾液本身分子之间产生黏着力（内聚力），而使全口义齿获得固位。吸附力的大小与基托和黏膜之间的接触面积和密合程度有关。接触面积越大、越密合，其吸附力也就越大。吸附力的大小也与唾液的质和量有关，如果唾液的黏稠度高，流动性小，可以加强附着力和黏着力，从而增强了义齿的固位。相反，如果唾液的黏稠度低，流动性大，则可减低固位作用。但是唾液过于黏稠时，唾液不易压缩成一薄膜反而也不好。唾液分泌量少，患者口腔干燥时，义齿固位困难，并且口腔组织易受刺激，而产生疼痛和炎症。

2. 影响全口义齿固位的因素

(1) 颌骨的解剖形态和口腔黏膜性质

1) 颌骨的解剖形态影响基托面积：根据固位原理，吸附力、大气压力等固位力的大小与基托面积大小成正比，颌骨的解剖形态直接影响到基托面积。因此，颌弓宽大，牙槽嵴高而宽，腭穹隆高而深，系带附着距离牙槽嵴顶较远，则基托面积大，固位作用好。反之，如颌弓窄小，牙槽嵴吸收后低平而窄，腭穹隆平坦，系带附着距离牙槽嵴顶近，则义齿基托面积小，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

固位作用差。

2）口腔黏膜的性质与义齿固位有关：如黏膜的厚度适宜，有一定的弹性和韧性，则基托组织面与黏膜易于密合，边缘也易于获得良好封闭，有利于义齿固位。反之，如黏膜过薄，没有弹性，则基托组织面不易贴合，边缘封闭差，义齿固位也差，并容易产生压痛。覆盖在硬腭和牙槽嵴上的黏膜致密，并紧密地附着在下面的骨质上有利于对义齿的支持。在唇、颊、舌沟处的黏膜，因含有疏松的黏膜下层组织，义齿边缘伸展到移行皱襞，容易获得良好的边缘封闭。也有利于义齿的固位。

（2）基托的边缘：基托边缘伸展范围、厚薄和形状，对于义齿的固位非常重要。在不妨碍周围组织正常活动的情况下，基托边缘应尽量伸展，并与移行黏膜皱襞保持紧密接触，获得良好的封闭作用，以对抗义齿的脱位。

在上颌，基托唇颊边缘应伸展到唇颊沟内。在唇、颊系带处的基托边缘应做成切迹以免妨碍系带的活动。在上颌结节的颊侧颊间隙处，基托边缘应伸展到颊间隙内，以利固位。基托后缘应止于硬软腭交界处的软腭上，此区黏膜组织有弹性，基托边缘可在此区稍加压，可以加强义齿后缘的封闭作用，防止空气进入基托与组织之间，破坏负压状态。义齿后缘两侧应伸展到翼上颌切迹。

在下颌，基托的唇颊边缘应伸展到唇颊沟内，舌侧边缘应伸展到口底。唇、颊、舌系带处边缘应做成切迹。基托后缘应盖过磨牙后垫的1/2或全部，义齿基托边缘应圆钝。与黏膜皱襞紧密接触，以获得良好的边缘封闭。

（3）唾液的质和量：唾液的黏稠度高，流动性小，可加强义齿的固位。如果唾液的黏稠度低、流动性大，则减低义齿的固位。唾液分泌量也不宜过多或过少，帕金森症患者，由于共济失调，吞咽功能差，口底往往积存大量唾液，影响下颌全口义齿固位。口腔干燥症者，唾液分泌量极少，义齿固位也有困难。

3. 影响全口义齿稳定的因素　全口义齿有了良好的固位，并不能保证在行使功能如咀嚼、说话时不脱落，任何加在义齿磨光面和咬合面上的不利因素，均会使义齿受到水平或侧向力发生移位或翘动，从而破坏边缘封闭，使义齿脱位。理想的义齿稳定要求周围组织提供抵抗水平脱位的力量。义齿的不稳定是因为人工牙的位置、磨光面的外形与唇颊舌肌功能不协调所产生的水平力量引起。因此，需从排牙、咬合关系、磨光面形态上注意，使其与唇、颊、舌肌功能运动协调。

（1）良好的咬合关系：正常人作正中咬合时，由于有上下颌自然牙列尖窝交错面的扣锁作用，下颌对上颌的位置关系是恒定的，而且很容易重复。全口义齿戴在无牙颌患者口内时，上下人工牙列的扣锁关系也应符合该患者上下颌的位置关系。而且上下牙列间要有均匀广泛的接触。只有这样，咬合力才能有助于义齿的固位。如果义齿的咬合关系与患者上下颌的颌位关系不一致，或上下人工牙列间的咬合有早接触，患者在咬合时，不但不会加强义齿的固位，还会出现义齿翘动，以至造成义齿脱位。因此，制作全口义齿时，确定颌位关系极其重要。

（2）合理的排牙：全口义齿在口内的固位与稳定受到唇颊舌肌与𬌗力的影响，合理的排牙将会有利于义齿的固位与稳定。排牙应遵循𬌗力的三向集中原则：①𬌗力的颊舌向集中原则，即人工牙的功能尖和中央窝应排在牙槽嵴顶部，避免义齿的翘动。②𬌗力的近远中向集中原则，即第二双尖牙和第一磨牙应排在双侧牙槽嵴后份的中段，该部位牙槽嵴能承受较大𬌗力，有利于𬌗力的支撑。③𬌗力的龈𬌗向集原则，即人工牙的𬌗平面应平分颌间距离，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

有利于义齿的稳定。

建立平衡殆也是排牙应遵循的原则。上下颌作正中咬合时，殆面应均匀广泛地接触，前伸、侧殆运动时应达到平衡殆，才能有利于义齿的稳定。如果正中咬合有早接触，前伸、侧方殆未达到平衡殆，会使义齿在咀嚼时翘动，造成脱位。

自然牙列的位置处于唇颊肌向内的力与舌肌向外的力大体相当的部位。如果全口义齿的人工牙列也排在原自然牙列的位置，人工牙就不会受到唇颊舌肌的侧向推力，有利于义齿的固位。如果排牙明显偏向唇颊，或偏向舌侧，唇颊肌或舌运动时就很容易破坏义齿的稳定。自然牙列完整时，舌体受到牙列的限制，不会向外扩展。牙列缺失后，有的患者舌体变大，人工牙列也应相应地修整，否则舌体的运动将推动义齿向唇颊侧移动、脱位。

(3) 理想的基托磨光面形态：义齿在口腔中的位置，应在唇、颊肌与舌肌内外力量相互抵消的区域。在行使功能的过程中，如咀嚼、说话、吞咽等动作时，唇、颊、舌肌及口底组织都参与活动。各肌收缩的力量大小和方向多不相同。为争取获得有利于义齿稳定的肌力和尽量减少不利的力量，需制作良好的磨光面形态。一般基托磨光面应呈凹面，唇、颊、舌肌作用在基托上时能对义齿形成挟持力，使义齿更加稳定，如果磨光面呈凸形，唇、颊、舌肌运动时，将对义齿造成脱位力，破坏义齿固位。

全口义齿的固位和稳定，经常是相互影响的。固位和稳定作用在临床上常常难以区分，二者缺一不可。固位力强可以弥补稳定的不足，而牙槽嵴萎缩等解剖因素造成的固位力差，又可通过改进磨光面、咬合面形态而弥补。因此，良好的固位和稳定是全口义齿修复成功的基本要素。

(二) 修复前外科与全口义齿的固位和稳定

全口义齿修复前外科的目的除了去除骨突、骨尖以利于义齿就位外，还主要在于消除造成义齿翘动的支点、增大颌弓面积、提供基托与黏膜密切贴合的良好环境，还可以通过外科植入种植体，给义齿提供支持与固位。

(1) 修整骨突、骨尖：明显的骨突、骨尖和过大的组织倒凹不利于义齿的就位，并易造成黏膜压痛，应在修复前进行外科修整，如过大的上颌结节、下颌舌隆突。

(2) 消除支点：上颌腭中缝明显的骨突将形成支点不利于上颌义齿的固位，应进行适当的修整。

(3) 增加颌弓面积：全口义齿的固位主要取决于作用于基托上大气压力的大小，其与颌弓面积的大小成正比。颌弓面积大，基托面积也就大，则义齿获得的固位力大。对于牙槽嵴低平的患者可采用唇颊沟加深术、骨移植和牵张骨形成的方法加高牙槽嵴，以增大基托吸附的面积。

(4) 软组织的修整：唇颊系带附着点接近牙槽嵴顶，空气易自基托"V"形切迹处进入基托和组织之间，破坏边缘封闭而造成义齿脱位，因此，修复前应进行系带成形术。过度增生的黏膜也应进行修整。

(三) 全口义齿基托折裂的生物力学研究

由于上颌全口义齿基托折裂占上颌全口义齿修复的27%，严重影响全口义齿修复的质量。因此，近年来已成为口腔修复学领域重要的临床研究课题。计及牙尖斜度的全口义齿的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

建模及有限元分析:大量的临床和实验研究认为,随着牙尖斜度的增加,义齿在咀嚼过程中产生的侧向力增大,从而增加了基托水平方向的变形。传统的有限元模型为使分析简单化,将加载部位即人工牙的牙殆面简化为平面,前后牙均采用垂直向加载,与临床实际有一定差异。目前一些学者已建立计及牙尖斜度的上颌全口义齿有限元模型,来研究牙尖斜度对上颌全口义齿基托应力状况的影响,为临床预防和减少基托折裂的发生提供了理论依据。在此类研究中加载方向有了一定变化,其前牙加载方向设计为与牙长轴呈26°角,后牙仍设计为垂直向加载。

研究还表明,牙尖斜度对上颌全口义齿基托的应力集中状况有明显的影响作用。随着牙尖斜度的增加,基托的应力集中状况明显加剧。而且拉应力主要集中在基托的前腭部、前牙腭侧和唇系带切迹部位,表明此部位拉应力的集中是导致义齿基托出现正中折裂的主要原因。

三、与覆盖义齿殆力分布有关的生物力学

覆盖义齿是指义齿的基托覆盖并支持在已做治疗的牙根、牙冠或种植体上的一种全口义齿或可摘局部义齿,它是以基牙和黏膜组织共同支持的活动义齿。虽然种植体与牙根(牙)相比缺少牙周膜,受力后根周应力有区别,但是在覆盖义齿中它们的作用相似,由它们支持的覆盖义齿的功能都好于全口义齿。Crum 等对戴全口义齿与全口覆盖义齿的患者的骨吸收进行了比较。追踪 5 年的研究证实:保留尖牙的覆盖义齿可保存牙槽骨。他们采用头颅 X 线片及研究模型,对上、下颌前部牙槽嵴垂直向骨吸收进行测量,发现戴下颌总义齿的患者骨吸收(5.2mm)较戴覆盖义齿者(0.6mm)多 8 倍余。这充分说明,戴覆盖义齿可大大减缓牙槽骨的吸收。

由于基牙和黏膜共同承担殆力,使得用少量牙槽骨吸收的基牙改善义齿功能的作用能够实现。根据基牙和黏膜组织分担殆力的比例不同,分为基牙-黏膜组织支持和黏膜组织-基牙支持覆盖义齿。基牙-黏膜组织支持的覆盖义齿以基牙支持为主,黏膜组织-基牙支持的以黏膜组织支持为主。为了避免基牙和黏膜组织过负荷,维护牙周(种植体周)健康,减少无牙区牙槽骨的吸收,需要调整基牙和黏膜组织负荷的比例,使覆盖义齿的殆力分布合理。

(一)基牙和黏膜组织承担殆力的特点

覆盖义齿中的基牙,无论是天然牙还是种植体,都调整了冠-根比例,以减少侧向力,改善根部的受力状况,使得少数的牙根或(和)种植体、牙槽骨吸收的牙根、短的种植体能用于覆盖义齿。三维有限元研究表明,随着种植体骨外段减短,颈部骨应力更均匀。对天然牙的研究认为,牙冠的高度和根面的形态影响牙根的应力分布,短、圆顶根面最有利于牙根的应力分布。建议牙根支持骨少或短种植体的基牙,用圆顶根帽。研究表明双套冠修复时,随着牙槽骨高度下降,基牙根周最大压应力值增加,应力集中范围增大。但在牙槽骨吸收不超过根尖 1/3,应力值均小于正常情况下,牙周膜可耐受的最大压应力值,仍可用作覆盖义齿基牙。黏膜组织包括黏膜和其下的牙槽骨,黏膜为黏弹性组织,能缓冲和分散力。研究表明基托下的牙槽嵴萎缩吸收,与受到的殆力有关,应伸展基托以分散殆力。

基牙和黏膜组织都需要一定的殆力刺激以保持健康,但它们承受殆力的能力不同。受力后黏膜组织为压应力,天然牙的牙周膜和种植体的骨整合改变了力的传导方式。天然牙和种植体承担殆力的能力,远远大于单位面积的牙槽骨,它们能承受较大比例的殆力。黏膜

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

组织与天然牙和种植体相比较,在功能状态下有较大的移位,两者间的不等同性,使得义齿的支持出现不均衡。黏膜厚虽然可增加基托殆力的缓冲,但增加了这种不均衡。在咀嚼活动中,基牙与义齿早接触,使义齿承担的力主要传递到基牙上,导致基牙创伤。随着牙槽嵴的吸收,这种情况会更为突出。所以,在义齿的设计和制作中应考虑殆力的合理分布,让基牙充分发挥潜能,分担黏膜组织负担,延缓牙槽嵴的吸收;让黏膜组织充分发挥潜能,分担基牙负担,改善牙周和种植体周健康,保证基牙潜力能充分发挥。虽然覆盖义齿的不同的支持方式并不能由最大殆力来反映,基牙和黏膜组织各自分担多少比例尚无法确定,但可以根据临床经验调整殆力在基牙和黏膜组织之间的分布。

(二)覆盖义齿的殆力在基牙和黏膜组织之间的分布

调整殆力分布是增加基牙承担的比例,减小黏膜组织的负担,还是减小基牙承担的比例,增加黏膜组织的负担,下列情况是必须考虑的:①基牙的条件:如基牙支持骨的量、基牙的数目、基牙的位置,如果基牙较多,分布合理,应增加基牙承担殆力的比例;反之,应增加黏膜组织承担殆力的比例。②牙槽嵴的条件:如牙槽嵴丰满,黏膜弹性大,可增加黏膜组织承担的比例,反之应减小其比例。③对颌情况:对颌为天然牙、固定修复时咬合力大,基牙和黏膜组织的负担都较重,应侧重考虑基牙的支持能力,以免出现"前牙异常功能综合征(anterior hyperfunction syndrome)";若对颌为活动义齿则咬合力小,基牙和黏膜组织的负担相对较轻。

义齿就位时义齿基托与基牙顶部预留间隙,义齿受力后黏膜首先承担殆力,变形到一定程度后,基托与基牙接触,此时基牙与黏膜组织才共同承担殆力。此间隙通过增加黏膜组织承担殆力的比例,达到减小基牙负担的目的,根据间隙大小不同,基牙减轻的负担不同。研究发现 0mm、0.3mm、0.6mm 缓冲间隙时,基牙承担的负荷随间隙的增加而减小。并发现较小间隙可将作用于基牙上的大部分侧向力转变为垂直力。因为基牙对垂直力的耐受远大于侧向力,所以,也增加了基牙对殆力的耐受能力。三维有限元研究冲击载荷作用于下颌种植覆盖总义齿应力分布,发现有 1.0mm 缓冲间隙时,种植体骨界面和远中黏膜组织压应力和拉应力都减小。缓冲间隙通过增加黏膜组织的负担,减小基牙负担,会加快牙槽嵴的吸收。随着牙槽嵴的吸收,缓冲间隙会逐渐消失,基牙有可能重新受到创伤。有人主张,磁附着体在磁体和衔铁间不要留缓冲间隙,认为如有间隙会使磁力明显下降和天然牙根萌出。为防止基牙创伤,可戴用义齿 1~2 周,待义齿下沉后再粘固磁体,黏膜组织和磁体共同承担殆力,不会对基牙造成过大压力。

单纯的牙根或种植体可以改善义齿的支持,如果需要改善义齿的稳定和固位,可以通过附着体来实现。改善固位,往往是患者选择覆盖义齿的最主要原因。根据附着体阴型和阳型之间的关系,可分为刚性、弹性、应力中断式,选择不同方式的附着体,可以调整基牙和黏膜组织殆力分担的比例。刚性附着体固位装置与修复体间没有动度,殆力主要由基牙承担,硬性双套冠、杆卡附着体为其代表。弹性附着体仅允许修复体朝向支持组织的垂直运动,减小基牙承担的殆力,增加黏膜组织的负担,缓冲型双套冠、杆卡附着体为其代表。应力中断附着体允许义齿围绕固位装置在一个或多个平面内旋转运动,减小基牙的倾斜力。磁附着体、球帽附着体为其代表。光弹分析结果表明,球帽附着体较杆卡附着体在垂直载荷时种植体应力较小。三维有限元分析表明,磁附着体对种植体的应力,明显小于杆附着体。

在模型上用应变片测量种植体周围的应变,用力传感器测量黏膜下牙槽骨的受力也是

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

研究覆盖义齿殆力分布的常用方法。有人比较磁附着体、硅酮衬垫的磁附着体、球帽附着体缓冲间隙受静态和动态载荷时的种植体和牙槽骨受力情况,发现种植体受力大者牙槽骨受力小,硅酮衬垫的磁附着体,提供最好的种植体周应力分布,并且动态载荷时的应力远远小于静态载荷时的应力分布。还有人对双套冠、杆卡、球帽、磁附着体进行研究,发现硬性双套冠、杆卡附着体在种植体的近、远中产生较大应变,而弹性双套冠、球帽、磁体应变较小,但也大于种植体轴向受力时的应变。弹性双套冠的缺牙区牙槽嵴受力最大,球帽、磁体的较大,硬性双套冠、杆卡的最小。在杆卡、球帽、附着体中,有人认为球帽附着体,最能体现种植体和黏膜组织共同支持的观点。

软衬材料通常用于牙槽嵴条件差时全口义齿的衬垫,因粘弹性使其具有均匀分散殆力,吸收冲击力,减轻牙槽嵴的压力的能力。同样,这些物理特性也可用来调整覆盖义齿基牙和黏膜组织的殆力分布。对两组种植覆盖义齿患者进行研究,一组戴普通树脂基托,另一组戴软衬基托,比较1年后种植体周骨密度变化,发现软衬组的骨密度变化低于普通组,据此认为软衬材料减小了种植体的负荷,从而减小骨密度的变化。软衬材料还可用来制作附着体的固位装置,如杆附着体的卡和球附着体的帽,除了应用了其弹性产生固位力外,还利用其弹性调整殆力在不同支持组织间的分配。

总之,覆盖义齿优于普通活动义齿是由于基牙的存在。一方面应尽可能发挥基牙的作用,另一方面应防止其创伤后丧失,由覆盖义齿变为普通义齿。如何判断基牙的承受能力,虽然生物力学分析能给我们指导,但临床情况复杂,还得根据经验和具体情况加以认真分析。

(三)冲击载荷下下颌种植覆盖总义齿与下颌常规总义齿应力分布特点的比较

由于传统的加载方式是采用静载荷,且常采用在种植体上直接加载或在牙列中某一部位集中加载的方式,只反应了局部殆力,与实际差距较大。有些学者在加载方式上采用更为符合殆力性质的冲击载荷,并采用对种植体损害较大的双后牙游离端加载后发现,①种植体拉应力最大值出现于中央种植体颊侧骨外段;压应力最大值出现于侧方种植体舌侧骨外段,提示了临床上侧方种植体易发生磨损、折断等机械并发症的力学机制。②下颌种植覆盖总义齿与下颌常规总义齿拉应力最大值均出现于下颌升支前磨牙后区颊侧;在下颌常规总义齿中压应力最大值出现于前牙区舌殆面及后牙区颊斜面,说明义齿在行使功能时非主承托区也帮助承担了较大一部分殆力;在下颌种植覆盖总义齿中压应力则高度集中于侧方种植体颈部舌侧远中皮质骨内,提示了临床上侧方种植体周围骨组织易发生吸收而致种植体松动脱落的力学机制。③两种义齿拉应力最大值均出现于磨牙后垫区偏颊侧,提示对于种植覆盖义齿该处也有脱位趋势,应注意基托的边缘伸展与封闭。④下颌常规总义齿压应力峰值出现于前牙区舌侧基托,与临床上义齿基托易于于该处折裂现象一致,这是由于下颌骨的马蹄状外形决定的;而下颌种植覆盖总义齿压应力峰值则出现于侧方种植体顶部远中舌侧基托处,大于常规总义齿压应力峰值,提示该处为义齿基托易折的薄弱环节。

四、与游离端附着体义齿有关的生物力学

附着体是继卡环、套筒冠之后的第三大类直接固位体。它不仅解决了卡环由于金属

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

钩暴露而产生的美观缺陷问题，而且能在一些特殊情况如基牙倾斜度过大、难以取得共同就位道、余留牙过少且牙周情况不佳、游离缺失等条件时取得良好的固位、稳定效果，同时能更合理的调节应力分布情况。一些试验证明，硬性附着体应用于非游离端附着体义齿的应力结果与固定义齿的比较接近，所以学者们更多关注的是游离端附着体义齿的生物力学。

近年来，国内外都逐渐采用附着体义齿修复后牙游离端缺失。由于后牙承担了绝大部分的咀嚼压力，远中缺少可支持的天然牙，因此游离端义齿的支持形式为基牙与剩余牙槽嵴共同支持。由于二者组织差异性，尤其是附着体使得义齿与基牙间形成紧密的硬性连接，基牙提供了相对不动的支持，而牙槽嵴黏膜具有相对的可移动性。受力后二者产生的移动性大小不一致，黏膜的移动性远大于基牙。这使得义齿在行使功能时，容易发生旋转、下沉等不稳定现象，易对基牙产生不利的扭力，引起基牙松动，牙槽嵴不均匀吸收，或者两者相互促进，形成恶性循环，最终使得基牙松动脱落，修复失败。近年来，国内外学者在附着体的设计，基牙与牙槽嵴受力方面做了大量的研究，以期找到既符合生物力学原理，又有利于口腔软硬组织的健康的修复设计。

(一) 基托面积的影响

双侧游离端缺失修复的基本原则是使牙殆力均匀分散在基牙和缺牙区牙槽嵴上，特别是在余留牙牙周条件差，而牙槽嵴条件好时，越要更多的利用可摘局部义齿基托的组织负荷作用。基托可用来稳定及分散殆力，基托面积越大，其作用就越强。临床上游离端义齿基托的延伸可以减少义齿的摆动及义齿下黏膜的压迫。用三维有限元法测量不同载荷方向下颌游离端附着体基牙牙周及黏膜应力，结果发现，由于义齿舌侧基托远大于颊侧基托，所以向舌侧加载时，黏膜上的应力要大于向颊侧加载时黏膜应力的一倍以上，从而证实了基托大小对义齿殆力分布的作用。

(二) 基牙数目的影响

远中游离端缺失义齿的殆力多数由缺牙区牙槽嵴和基牙共同承担。一般认为，增加基牙数目可使殆力分布较为均匀，减少牙槽嵴承受的压力，延缓牙槽嵴的吸收。但是，在附着体义齿中，增加基牙的数目便意味着磨除更多牙体组织以及由此带来的牙龈激惹和费用问题。因此，联冠固定用来作为基牙的牙齿数目就成了一个有争议的问题。有人采用电阻应变测量法，在人体下颌骨标本上测量基牙联冠数目，研究表明，基牙数目从 1 个增至 2 个，支持骨组织应力分布明显变均匀，但基牙数目从 2 个增至 3 个时，应力值的改变无显著差异。但是基牙数目的增加并不能成比例地降低远中基牙和牙周支持组织的应力，提示临床增加基牙数目应慎重。另外，研究还表明，不论是缺牙区牙槽嵴还是基牙牙槽嵴受舌向力时，随着基牙数目的增加，反而出现表面应力的增加。但多数测量点也表现为单基牙与双基牙有显著性差异，双基牙与三基牙无显著性差异的规律。提示，附着体义齿临床设计时不能盲目增加基牙数目，而应综合考虑义齿各向的受力、牙弓的形状、基牙在牙列上的位置等因素的影响。光弹研究结果表明，采用两个基牙较采用一个基牙相比，远中基牙所受到的扭力下降，应力分布更均匀，其传力方向更加平行于基牙长轴。但也有人持相反的观点，认为对于游离端义齿，单基牙同样有双基牙的效果，不能盲目追求双基牙或者联冠。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（三）附着体类型的影响

附着体有不同的种类，每一种又有不同的型号，有不同的用途。附着体类型的选择对基牙及牙槽嵴也有影响。游离端附着体义齿多采用半精密附着体的冠外附着体，它允许义齿在一定的限度内有铰链运动，或者通过弹性缓冲作用，允许义齿有少许下沉，以减少对基牙的扭力。冠内与冠外附着体由于置于基牙上的位置不同，前者处于基牙牙体外形之内，后者突出于牙冠之外，因此活动义齿在基牙上的着力点不同，这就导致殆力在牙槽嵴及基牙上的分布及殆力传导方向不同。研究表明，垂直和颊向加载时，总体上冠内附着体殆力传导在基牙牙周支持骨上。当垂直向及颊向受力时，冠内附着体在基牙牙周支持骨上产生的应力大于冠外附着体，而在缺牙区牙槽嵴上的应力则小于冠外附着体，但并不意味着使用冠内附着体者一定会在此造成应力集中或者损害，因为冠内附着体着力点在远中基牙牙体内的龈壁上，与龈嵴顶的距离较远，而且力的传导方向与牙长轴方向更接近。因此，选用冠内附着体时，基牙区承受殆力较多，而且方向较为有利，避免了缺牙区牙槽嵴负担过重。因而冠内附着体适用于牙冠大，髓腔小，而且必须保证基牙牙根强壮，有良好的牙周支持情况。而冠外附着体在缺牙区牙槽嵴和近缺隙侧基牙远中颈部牙槽嵴上的应力较大，有可能与冠外附着体突出于牙槽嵴顶有关。因此冠外附着体适用于远中基牙支持条件相对欠佳，但牙槽嵴较丰满的情况。

在游离端附着体义齿中，不同类型固位体传力有所不同：

(1) 刚性栓道式附着体在传力方面，类似游离端固定义齿，它比较严格地限制了牙齿各个方向上的动度，因此加载于义齿殆面的力基本上依靠基牙来负担，牙槽嵴的受力较小，具有保护缺牙区牙槽嵴的作用。

(2) 缓冲式附着体在设计中，允许义齿有垂直方向下沉，但一般在其中安置弹簧，弹簧的刚性对基牙应力是有影响的，软弹簧承受压力较小，仅起到缓冲作用。已经证明，用缓冲式附着体，基牙牙周应力较小，黏膜应力较大，它可以保护基牙。远中基牙颈部正好处于悬臂梁的基部，受力复杂，应力较大，而且无论垂直、颊向、舌向加载，均为冠外附着体大于冠内附着体。在设计时，可合理地采用增加基牙数目，缩短游离距等方法来减少弯距，同时尽量设计成弹性附着体，使应力得以缓冲，减少因悬臂梁作用造成的远中基牙牙周损伤。此外，冠外弹性附着体能提供美学作用，减少基牙的应力。当使用缓冲式 Dalbo 附着体时，缺牙区牙槽嵴黏膜应力明显增加，而且附着体的缓冲作用越好，应力调节作用较强，其黏膜应力就越大。Thompson 半精密附着体所产生的缺牙区牙槽嵴黏膜应力接近于精密附着体。

(3) 铰链式附着体是用来减小义齿上受力对基牙的影响的，通过铰链运动，增加义齿下黏膜的压力，减小基牙扭力。与刚性附着体相比，基牙牙周根尖应力增加，其他部位应力减少，减少基牙向远中的倾斜。铰链的存在形成了铰链运动轴，因此，设计时必须慎重，不良的设计将会给基牙带来更大的损伤。必须确保两个附着体的转动轴在同一条直线上，否则，转动时对各自的基牙均产生扭力。

一般认为，除去缺牙数量、咬合关系等因素，单从支持能力看，当基牙条件好、牙槽嵴条件差时，宜用刚性附着体，反之则宜用缓冲式附着体修复；二者条件均可时，上述几种附着体均可选择。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（四）𬌗力方向的影响

游离端义齿承受𬌗力的方向、位置对基牙受力有很大影响。义齿受到垂直咬合力时，基牙表现为远中方向倾斜。当远中加载时，倾斜趋势更加明显。近中向倾斜 30°加载，义齿基牙受力最均匀，最符合生理要求。颊舌向加载时，力量分布不均，基牙向颊舌侧倾斜，而且基牙牙槽嵴牙周应力大于垂直加载时的牙周应力。即侧向加载时基牙受力大于总负荷，而义齿承受侧向力的能力远不如垂直力，因此临床上减小侧向力非常重要。

冠内附着体由于各轴壁与基牙牙体紧密嵌合，具有良好的卡抱和支持作用，能对抗侧向力，而冠外附着体位于牙体之外，只提供基牙的固位力，对抗侧向力的能力相对较差。舌向加载时，冠外附着体产生的应力大于冠内附着体，颊向加载时，由于义齿在远中基牙舌侧的对抗臂起对抗作用，应力差异不明显。舌向加载时，舌侧对抗臂失去作用，冠外附着体对抗舌向力的能力明显低于冠内附着体，因此表现出传导至牙槽嵴的应力值较高。在正常情况下，咀嚼食物时咀嚼肌提供动力，牙齿机械磨碎食物，牙周组织提供强有力的支持作用。牙周韧带起到缓冲作用，使牙周组织避免咀嚼力量不均造成的创伤，但是，一旦有个别牙缺损或者是牙周组织吸收破坏，正常的𬌗力也会对牙周支持组织造成危害。在研究中发现，牙周支持组织吸收程度加剧，导致支持组织应力增加，但这种变化是逐渐的，并未见明显的突变区。当使用冠外附着体时，两个联合基牙的受力状态类似于单个磨牙，这时两基牙的牙周纤维大部分受牵引力，并不像单根牙那样容易受外力作用而发生倾斜移位。双基牙受力都能接受到足够的功能性刺激，与牙周病固定夹板的原理类似，可将外力转变为生理性刺激，促进牙周组织的健康恢复，有利于弱基牙牙周组织的愈合。

（五）缺牙区牙槽嵴形态的影响

缺牙区的剩余牙槽嵴的形态对游离端义齿提供支持与稳定是相当重要的。丰满的剩余牙槽嵴对义齿可以提供充分的支持，并且对抗侧向力的能力强，对于义齿的稳定及基牙的健康是相当有利的支持。相反，若是萎缩、低平的剩余牙槽嵴，支持及对抗侧向力的能力有限，义齿稳定性差，相应地增加了基牙的负担。

综上所述，游离端附着体义齿的应用使得可摘义齿修复迈上了新的台阶。无论从美学、功能、舒适性方面都得到了极大的提高，而力学上的合理性等方面还尚待研究者的深入探讨。

第三节　与固定义齿修复有关的生物力学

固定义齿主要是利用缺牙间隙相邻两侧或一侧的天然牙作为支持，通过其上的固位体将义齿粘固于天然牙上，患者不能自行摘戴。固定义齿因其结构类似于工程桥梁结构，故又称为固定桥。

一、固定义齿承受𬌗力的生理基础

在日常的咀嚼运动中，固定义齿所承受的𬌗力是完全由基牙所承担的，因此基牙是固定义齿修复的基础。𬌗力又称咀嚼压力，是指在咀嚼运动中咀嚼肌以部分力量参与，使个别牙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

或部分牙发挥咬合力量。其大小随个体的年龄、性别、咀嚼习惯、全身及局部健康情况而不同。殆力的平均值为22.4～68.3kg,但咀嚼一般食物所需殆力多数为10～23kg。可见,咀嚼一般食物时只使用了牙周组织所能支持殆力的一半,而在肌、牙周组织内尚储存了约一半的力量,储存的这部分力量,称为牙周储备力或牙周潜力。在固定义齿修复过程中,需要动用基牙的部分或全部牙周储备力,以承担额外殆力来补偿缺失牙的功能。这就是固定义齿承受殆力,利用健康基牙来固定和支持人工牙的生理基础。

基牙储备力量的大小取决于基牙牙周组织的健康状况,包括牙周膜、牙槽骨、牙龈等,其中牙周膜起着重要的作用,它是连接牙槽骨与牙齿之间的结缔组织,使牙根借以固定于牙槽窝内,并将基牙所承担的殆力传递至牙槽骨,使义齿得以支持。牙周膜内有丰富的感觉神经末梢,具有本体感受器,能灵敏地感觉到殆力的大小、位置和方向。当基牙受力过大,基牙会感到不适,咀嚼肌就会通过保护性反射而减小其收缩力量。可以说,牙周膜是固定义齿得以支持的基础。

临床上常用牙周膜面积的大小来衡量一个牙是否为良好的基牙。国内外学者对各牙牙周膜面积测量后指出:上下颌第一磨牙的牙周膜面积最大,第二磨牙次之;前牙中,以上下颌尖牙的牙周膜面积最大,而上颌侧切牙和下颌中切牙,各为该牙所在牙弓中牙周膜面积最小者,即最弱的桥基牙。

牙周膜面积并不是恒定的,它随增龄的变化或牙周组织病变牙周膜面积的减少而变小。另外,牙周膜面积减少的程度会因牙根的形状和数量的不一致而有所不同。牙周膜的附着面积,单根牙以牙颈区最大,而多根牙则以根分叉处面积最大,牙颈区次之,然后向根尖逐渐缩小。因此,当单根牙颈部牙槽骨萎缩时,牙周膜面积有较多丧失,多根牙槽骨萎缩达根分叉时,牙周膜面积才有较多的减少,这时牙周支持组织的耐力也随之下降,其牙周储备力也相应减少。

牙槽骨的主要作用是支持牙齿,承担由牙周传递而来的殆力。牙槽骨对咬合力是有动态反映的。健康的牙槽骨,在X线片上显示骨质致密,骨小梁排列整齐,对咬合的耐受力高,表明其具有较多的牙周储备力。对于日久废用牙,其牙槽骨的骨质疏松,骨小梁排列紊乱,或牙槽骨已有较多的吸收,这类牙齿牙周组织耐受力下降,牙周储备力亦相应减少,若选为基牙,应当慎重考虑。

二、影响固定义齿固位和稳定的生物力学因素

固定桥通过固位体牢固的固定在基牙上,在承受咀嚼运动的外力作用下,不松动和脱落,才能充分发挥咀嚼效能。固定义齿的固定原理与单个牙固定修复体的固位原理基本相同,固位力主要依靠:固位体与预备后的牙面紧密接触产生的摩擦力,由沟、针道、盒形等辅助固位形产生的约束力,以及由固位体组织面与牙面间的粘结剂产生的粘结力。固定义齿通过固位体将各基牙连为一体后,其受力反应与单个牙修复体不完全相同,要受包括生物力学因素在内的多种因素的影响,因此对固定义齿固位的要求比单个牙修复体更加严格。

(一) 影响固定义齿固位的生物力学因素

1. 上下颌牙的排列关系 在承受轴向与非轴向的咀嚼力时,下颌牙有推上颌牙向唇颊

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

侧移动的力。这种情况在上颌前牙尤为明显,因上前牙均为单根牙,而其排列本身有不同程度的唇向倾斜,切割食物又受剪力作用,使上前牙向唇侧移位的可能性增大。而上颌磨牙有腭侧根增强抵抗非轴向力,能减少颊向移位。上颌牙受非轴向力的作用,产生扭力,迫使上颌固定桥的固位体舌向扭转脱位。上前牙固定桥受该因素影响更容易引起脱位。

下颌牙列位于上颌牙列的舌侧,下颌牙的排列轴向比较垂直。在咀嚼时,下颌牙之间的近远中相互接触更紧,使承受的殆力更为垂直,有利于阻止下颌牙的近远中及颊舌向移位。对下颌固定桥的固位影响较小。

2. 基牙受力的运动方式 牙列中的每个牙在正常情况下,受颊舌方向、近远中方向和垂直方向的外力,形成三个方向的生理运动。固定桥牢固的固定在基牙上,使固定桥与基牙形成一个整体。因此,作用于固定桥上任何部位、大小和方向的力量,都会影响到每一个基牙。一端基牙的运动将受到另一端基牙的制约,形成有别于单个牙受力时的运动方式。由于固定桥所在牙列上的位置、桥的长度、各基牙的条件不同,作用于固定桥上力的大小、方向、着力点的部位不同使固定桥的基牙受到复杂的力作用,产生不利于固位的因素。以双端固定桥受力时基牙运动方式为例说明如下:

(1) 颊舌向运动:当固定桥的一端受到舌侧向颊侧的外力,使牙冠向颊侧移动,形成一类杠杆作用,其支点位于根尖 1/3 与根中 1/3 交界处。但由于固定桥将两基牙连为一体,又会产生固定桥的整体旋转运动,迫使另一端基牙向舌侧移动。固定桥产生旋转运动,使固位体与基牙之间的粘固剂受到剪力,以导致粘固剂的粘结作用受破坏。如两端基牙稳固,粘固剂的粘结力强,固位体的固位力良好,则对固位的影响较小;如两端固位体的固位力相差悬殊,对固位影响较大;如两端桥基牙相差悬殊,对固定桥固位影响较大;如两端桥基牙条件相差悬殊,但两端固位体固位力良好,则可能损伤条件较差的一端基牙牙周组织,引起基牙松动。

(2) 近远中向运动:一般来讲,在基牙向近中移位时会受到临牙和牙周组织的限制,特别是受牙槽突的限制,位移量很小。基牙近远中方向位移与固位体固位力、桥体长度、受力均匀程度、基牙稳固等有关。如固位体的固位力较差时,固位体将因基牙的位移而松脱;如基牙牙周情况不好,而固位力较好,其结果仍以基牙根尖 1/3 与根中 1/3 交界处为支点产生扭力,迫使基牙向近中倾斜移位,从而损伤牙周健康组织。

(3) 垂直向运动:固定桥受到均衡的垂直向作用时,两端基牙同时向根尖向移位。此时合力沿基牙长轴方向传递,此时有利于基牙牙周组织健康,对固定桥的固位无影响。若固定桥受到不均衡的垂直力(如只在一端基牙的上方),由于固定桥将基牙连接成整体,此力也会影响另一端基牙,则整个固定桥以另端基牙根尖 1/3 与根中 1/3 交界处为圆心,以两基牙间距离为半径移动,即造成基牙的冠和根向相反的方向移动,而使固位体有移动倾向,并造成牙周组织损伤,桥体越长,这种损伤越大。当固位体固定不良时,就容易引起松动脱落;当固位体固定良好,磨牙受力过大时,磨牙的牙周组织也有受到损伤的可能,若是前磨牙将产生更严重的后果。

对有中间基牙的固定桥,若中间基牙选用邻殆邻嵌体为固位体,颊舌尖无金属覆盖,当固定桥受到垂直殆力,并且将其直接加在中间基牙的功能牙尖,则中间基牙会向牙槽窝内根尖方向移动。随着义齿使用时间的推移,中间基牙的固位体会松动,易发生继发龋,导致固定桥失败。因此,固定桥如有中间基牙,其固位体应选择全冠。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

（二）影响固定义齿稳定的生物力学因素

固定义齿的稳定性对义齿能否获得良好固位有密切关系。固定桥的稳定性是指其在承受各方向的咬合力时仍能保持平衡，无潜在的翘动现象。因翘动最易破坏固位体与基牙各预备面之间封闭剂的封闭作用，而导致义齿松动脱位。固定义齿的稳定性与义齿受力时产生的杠杆作用力有关。后牙双端固定桥的桥体，位于两端基牙连成的支点线上，桥体䶩面承受垂直向䶩力时，不易产生杠杆作用，故其稳定性好。前牙双端固定桥的桥体位于两基牙连成的支点线前方，当桥体受力时，易产生杠杆作用，引起义齿固位体松脱。单端固定桥，由于桥体一端无基牙支持，形成游离端，当桥体承受䶩力时，最易产生杠杆作用力。连接前牙和后牙的多基牙固定桥，各基牙间连成的支点线形成了三角形或四边形的支持面，有利于保持固定桥的稳定性。当一处桥体承受䶩力时，会受到远离桥体端基牙的牵制，而不易产生杠杆作用，义齿固位效果良好。

有些类型固定桥的桥体受力时，产生较大的杠杆作用力，此力对义齿的固位造成影响。为减轻杠杆作用力，应增大抗力臂，如采取增加基牙数等措施。

另外，固定桥的固位体和基牙牙体预备面的密合度与固定桥稳定性有密切关系。因各种原因使固定桥一端固位体与基牙牙体预备面之间出现间隙，在固位体粘固时，䶩面仍存在间隙，此时固定桥受力时会产生翘动，影响固定桥的稳定性，最终导致固定桥修复失败。

三、生物力学在固定义齿设计中的应用

（一）基牙的选择

多根牙或根长而粗壮者，比单根牙或根短小者支持䶩力的能力大。单根牙若根横截面积呈扁圆形或根尖部弯曲者，比锥形牙根的支持作用好。多根牙各牙根分离宽者又比融合根支持力强。临床牙冠与牙根的比例应适当，才能使固定义齿所承担的䶩力传导至牙周组织产生生理性的反应。一般临床冠根的比例以 1∶2 或 2∶3 较为理想。若冠根比为 1∶1，则是选择基牙的最低限度，否则需增加基牙。故临床上在选择基牙时，可通过 X 线片了解牙根的大小、形态，临床冠根比例，以便判断是否可以选作基牙。

对于严重倾斜移位的牙，为了求得共同就位道，需磨除较多的牙体组织，这样容易损伤牙髓，而且倾斜的基牙，䶩力不易延长轴传导，牙周组织易受创伤。但近年来，经光弹试验证明，倾斜在 30°以内者，用固定义齿修复后，尚可改善倾斜基牙的应力状况。值得一提的是，国内学者利用三维应变花埋丝技术，以咀嚼日常一般食物所需力的上限 225N 来计算，证明近中倾斜不超过 70°的下颌第二磨牙作为桥基牙时，其牙周组织应力分布仍在生理限度内，而倾斜角度在不超过 50°时，固定修复后，牙周组织分布最均匀。因此，近中倾斜 70°可作为生理极限。

在考虑固定义齿基牙的支持能力时，必须遵照的原则是，基牙负重的大小应以牙周支持组织能够承担的限度为依据，维持在生理限度以内，即牙周储备力的范围内，这样才有维持牙周组织健康的作用。若其负担超过了生理限度，将会损害基牙牙周组织，甚至导致固定义齿失败。这是固定义齿设计中的一条重要生理原则。为使固定义齿修复能符合这一生理原

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

则，决定基牙的数量是很重要的。Ante 提出从牙周膜面积来决定基牙的数量。即基牙牙周膜面积的总和应等于或大于缺失牙牙周膜面积的总和。如果缺失牙的牙周膜面积大于基牙牙周膜面积的总和，则将给基牙带来创伤，而导致固定义齿失败。例如左上 2 缺失，用左上 13 做基牙，两个基牙牙周膜面积总和为 $148mm^2+217mm^2=365mm^2$，缺失牙的牙周膜面积仅为 $112mm^2$，这样选择基牙是恰当的。如若左上 23 缺失，以左上 14 为基牙做固定义齿修复，因缺失牙牙周膜面积总和为 $217mm^2+140mm^2=357mm^2$，而基牙牙周膜面积的总和仅为 $178mm^2+148mm^2=326mm^2$，这就可能给基牙造成创伤。为了不给基牙带来损害，必须增加基牙的数量。

按牙周膜面积作为决定基牙数量的标准，在临床上有一定的参考价值，但并不适用于所有情况。例如：左上 87 缺失，临床上一般都不修复左上 8，只需修复左上 7。如按 Ante 的计算，可只需选择左上 6 作为基牙。因为左上 6 的牙周膜面积 $360mm^2$ 大于左上 7 的牙周膜面积 $290mm^2$。但是从机械学原理和临床实践证明，这种单端固定桥会受到较大的杠杆力，必然导致修复失败。

还有的作者（如 Nelson）根据各牙的𬌗力、牙冠、牙根形态及牙周组织等，以上、下第一磨牙𬌗力比值 100 为基准，制定出各牙𬌗力的相关比值。并指出，桥基牙𬌗力比值总和的两倍，应等于或大于固定桥各基牙及缺失牙𬌗力比值的总和。然而，咀嚼时所受𬌗力是否会引起牙周组织损伤与患者咀嚼习惯，基牙的形态、位置、健康情况、𬌗关系，及牙周组织的反应有关。因此也不能单纯按照基牙与缺失牙的𬌗力比值来确定基牙的数量。

总之，用固定桥修复牙列缺损时，不能单纯用数字计算来确定基牙的数目，但可将牙周膜面积及𬌗力比值决定基牙数量方法作为参考，结合口腔内的实际情况，全面分析考虑，再作判断。

（二）固位体的设计

1. 提高固位体的固位力 固定桥作为一个整体，要求固位体的固位力应高于单个牙修复体。全冠固位体的固位力与基牙轴面向𬌗面内聚的角度有关，基牙的近远中和颊舌侧轴面向𬌗方内聚不宜超过 5°，以保证固位体有足够的固位力；3/4 冠作为固定桥固位体时，为防止其舌向旋转脱位，应使邻面沟在片切面内尽量延长和有足够深度，沟的舌壁清晰，切缘应作切沟，不能预备切沟时可在舌隆突上预备针道；嵌体作为固位体的固位效果差，除洞形应有足够深度，点、线角清晰外，需增加辅助固位形，或按“嵌体冠”的要求预备。

2. 基牙两端固位体的固位力应基本相等 当两端固位体的固位力相差悬殊时，固位力较弱一端的固位体与基牙间易松动，这个基牙易龋坏，甚至引起牙髓炎。因此，若一端固位力不足时，应设法提高固位力，必要时增加基牙数，以便与另一端固位体的固位力相均衡。

3. 固位体固位力大小应与𬌗力大小、桥体跨度和桥体的曲度相适应 桥体跨度越长，越弯曲，𬌗力越大者，要求固位体的固位力越大，有时需要增加基牙数目。

4. 固位体之间的共同就位道 在设计和预备基牙前，必须根据各个基牙的近远中和颊舌向方向寻求各固位体共同就位道；预备基牙时，要求所有基牙轴壁相互平行，与固定桥就位道方向一致；基牙倾斜明显，无条件先进行正畸治疗复位者，可想办法改变固位体的设计（如不同类型固位体联合应用），以少磨牙体组织为原则来寻求共同就位道。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（三）桥体的设计

1. 桥体的殆面 殆面功能牙尖与对颌牙的接触应均匀，适当降低非功能尖斜度，减小咀嚼运动时对固定桥产生的侧向力。特别应避免前伸和侧向咬合运动时的早接触。同时，殆面的舌侧边缘嵴处添加副沟和加深颊舌沟，也可减轻桥体所承受的殆力。一般要求桥体的颊舌径略窄于原缺失牙，以减轻基牙的负担。桥体的颊舌径宽度依基牙的情况而定，一般为缺失牙宽度的 2/3～1/2。基牙情况差时，为减轻基牙所承受的殆力。桥体的颊舌径可减少到原缺失牙宽度的 1/2，可适当缩短桥体殆面舌侧的近远中径，加大桥体与固位体之间舌外展隙，也可减少桥体殆面的接触面积，减轻殆力。

2. 桥体的轴面 应按缺失牙的解剖形态特点，正确恢复唇颊侧的外形凸度，在咀嚼食物时，排溢的食物对软组织起到生理性按摩作用，保证组织健康。若轴面凸度恢复过小，或无凸度，软组织会受到食物的撞击；反之，轴面凸度过大，不利于自洁作用。桥体舌侧的轴面按桥体舌侧设计要求塑形，但必须有利于清洁。

3. 桥体的强度 桥体的强度主要指桥体的抗挠曲强度（抗弯强度）。桥体在承受殆力时要发生挠曲，基牙会产生屈矩反应，当屈矩应力大于固位体的固位力时，会使固位体松离基牙。当固位体固位力强大时，则会损伤基牙健康或造成固定义齿破坏。所以需要先分析影响桥体挠曲的因素，采取各种措施，防止桥体发生挠曲变形。

四、对各种固定桥受力的应力分析

从 20 世纪 60 年代开始，特别是 20 世纪 80 年代以来，各种不同的实验应力分析法和理论应力分析法，相继对固定桥、基牙及其支持组织受力后的应力状况进行了多方面研究。

（一）对固定桥表面的应力分析

（1）外力作用于固定桥的位置、大小、方向，极大地影响固定桥表面的应力分布。

（2）固定桥的长、宽、厚、跨度及材料性能等，是影响其表面应变的重要因素。

（3）基牙支持力的大小，对桥体表面应力分布有一定影响。支持组织良好，则应变小，反之则大。

（4）桥体表面的着力点和连接体处，是应力集中区。

（5）双端固定桥的表面应力分布，比单端固定桥的应力分布更均匀、合理。

（二）对双端固定桥基牙及其支持组织的应力分析

（1）在相同的条件下，缺失牙修复前和修复后，基牙及其支持组织所受的应力相差较大。修复后，基牙及其支持组织应力显著减小，且分布均匀。因此牙齿缺失后，应及时修复。

（2）桥基牙及其支持组织受力后，所产生的应力大小，与基牙牙根形态、数目有关。在同一载荷条件下，单根基牙较多根基牙牙根端处产生的应力值大。

（3）固定桥桥体受力时，各基牙分担的力值不等。近载荷者大，远载荷者小；多根牙、支持牢固的基牙较单根牙或支持力弱的基牙分担的力值大。

（4）固定桥承受垂直载荷时，牙槽骨以压应力为主，其根尖部的应力值最高。斜向载荷

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

时，牙槽骨中压应力与拉应力同时出现，而以牙槽嵴顶处及根尖处牙周组织的应力值较大。总的看来，基牙的根尖区和颈部受力较大，均是容易损伤的部位。这与临床上观察到的颈缘与根尖容易发生创伤的情况相符合。

(5) 有邻牙存在的双端固定桥，在受近、远中向水平外力时，应力可通过邻接点的传递，由邻牙分担一部分应力，可改善基牙的受力情况。

(6) 将单根牙或支持力弱的基牙连接固定后，可提高基牙承担外力的能力，特别是抵抗侧向力，对保护基牙支持组织健康有利。因此，在固定桥设计中，有时需要增加基牙数目。

(三) 完全固定桥与半固定桥的受力分析

魏治统等用光弹性法和朱希涛等用激光全息干涉法和光弹贴片法，分别对完全固定桥与半固定桥的基牙受力状况和基牙牙槽骨表面的应力分布进行了实验研究，结果均表明，在桥体正中受垂直载荷时，两种固定桥基牙的殆力分配相当接近，其基牙牙槽骨表面应力亦无根本差异。由此可见，半固定桥的栓道式活动关节，在桥体受垂直载荷时，并无“应力中断”作用，可动连接端并非绞链结构，仍有屈矩反应，因而不能将其简化为简支端梁。这一点与上述按照机械学原理分析的结论(即不动连接端基牙负重约为可动连接端负重的一倍以上，以及可动连接端无屈矩反应)迥然不同。不过，在含有中间基牙的多单位完全固定桥中，中间基牙往往容易形成支点，影响其牙周组织健康和造成固位体易松脱的可能性，亦可考虑设计成由完全固定桥与半固定桥组合而成的复合固定桥。Landry、Slandlee 等对此种复合固定桥在通过光弹性实验研究后发现，可动连接体可以减少中间基牙形成支点的可能性。

(四) 基牙支持骨组织减少时固定桥的受力分析

Wright 用有限元法分析牙槽骨的高度对应力分布的影响时发现，牙槽骨高度降低时，牙周膜内应力值增大，牙支持力减小。Sulik 等用光弹性法研究发现，支持骨减少 20%时，牙周应力增加明显；当其减少 40%时，应力增加速度减慢。朱希涛等用有限元法分析亦指出，当基牙牙槽骨吸收 1/2 时，其应力明显增大，并认为骨吸收 1/2 的第二前磨牙不宜选作固定桥基牙。作者再用光弹性法分析牙槽嵴高度与基牙应力分布的关系，发现牙槽嵴高度与应力值成反比的规律。但若为多基牙固定桥修复，即使临床冠根比不良的基牙，其对支持组织的应力分布还是有利的。因此，对于固定桥基牙的选择亦不必强调理想基牙的条件，因为在一定条件下，可以增加基牙数目，从而扩大了固定义齿的适用范围。

上述从生物力学的角度，采用了多种实验应力分析手段和理论分析方法，对固定义齿的受力情况进行了应力分析，其结论比按机械力学原理分析的结果更接近于口腔实际情况，符合生物力学原则。这对临床上固定义齿设计、基牙选择等，都有一定的指导意义。

五、与种植体固定桥有关的生物力学

临床上常根据固定桥结构的不同分为：双端固定桥、半固定桥、单端固定桥、复合固定桥、种植体固定桥、固定-可摘联合桥、粘结固定桥等，其中后几种特殊结构的固定桥使临床固定桥选择范围不断扩大。特别值得一提的是，种植义齿的发展进一步拓展了固定修复的适应证，使以前无法使用固定修复或固定修复效果欠佳的患者以及那些不愿接受活动修复

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的患者，可以通过种植一个或多个种植体而得到舒适、美观、稳定性好的种植固定义齿修复。由于缺牙的间隙大小或位置等原因，修复时经常要采用多个种植体基牙或种植体基牙和天然牙的联合冠、桥的修复，而种植体与牙槽骨为骨形结合，缺乏天然牙由牙周膜产生的动度，所以种植体天然牙联合修复与生物力学的关系就更为密切，可以说种植体固定桥的生物力学相容性是种植成败的关键，是目前研究领域的热点，同时也存在很多争议。

（一）天然牙与种植体力学性能的差异

天然牙与牙种植体组织结构的不同决定了它们在力学性质上的差异。天然牙因有牙周膜固在生理状态有一定动度，水平向为 80～140μm，垂直向为 30～90μm，当无邻牙接触时上前牙动度为 57μm（水平），并且受力后有一个较长的粘弹性回复过程。而骨整合种植体与周围骨呈骨性结合，无类似牙周膜结构，基本上无动度，由于骨的弹性也可有轻微动度，但最大范围仅 25μm，也有学者认为只有天然牙的 1/10，天然牙受力后的运动可分为两个阶段，而骨整合种植体受力后的运动只有一个阶段，且弹性远小于天然牙。纤维骨整合种植体因有种植体周韧带结构，与前两者均不同，有研究表明该类牙种植体的平均动度大于天然牙。

（二）种植体固定桥的应力分布特点

基于纤维骨整合种植体周韧带相当于天然牙牙周膜的观点，有学者认为二者联用不存在较大的动度差异，故联合基牙是可行的。学者们更多关注的是天然牙-骨整合牙种植体的联合固定修复。在该修复结构中，牙周膜的挠曲性必然会导致牙种植体及周围骨的弯曲。这意味着仅少部分咀嚼力由天然牙承担，剩余的力形成弯曲动量，通过牙种植体传导至周围骨，形成不良的应力分布。用有限元法比较全天然基牙四单位固定桥和相同单位种植体固定桥受载后的情况，发现二者的应力分布与位移均不同。因此，有学者认为，这种修复方式可能会导致牙种植体的过度负荷及骨整合丧失、天然牙牙周支持组织潜在的废用性萎缩、天然牙上粘固剂的崩溃、修复体连接处焊接关节的断裂、牙种植体上部结构金属成分的破坏、牙种植体的断裂、固位螺丝的松脱等。

（三）种植固定义齿支架设计

荷载在多个种植体上的分布取决于上部支架和种植体的强度。强度越大，骨界面与支架应力分布越均匀。强度与材料的弹性模量相关。试验显示，支架的弹性模量越高，抵抗形变的能力越好，应力传播有效而可靠。但是，强度大的材料虽利于应力的分散，却不利于其缓冲。有人认为如果每个种植体都可以单独承受总负荷，也可用弹性修复体。故临床上应结合具体情况采用适宜强度的结构，结合种植体及人工牙设计。

由于颌骨解剖结构的限制，有时难以在颌骨后份植入牙种植体，全颌种植义齿远中存在游离臂。光弹研究表明在不同长度的悬臂末端加载，高应力均发生于末端种植体远中的牙槽骨，该种植体根尖区有应力集中，悬臂长度与最大应力增长不成比例，荷载较少向其他种植体传递。关于悬臂长度尚无定论，一般认为越短越好，最好不大于 15～20mm。上颌骨较下颌骨疏松，且常有前份悬臂，故上颌悬臂应较下颌为短，小于 10mm；下颌则可达 20mm。此外，牙种植体的结构强度、长度、运动负载量及频率也影响悬臂长度设计，临床上应综合分

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

析，也可通过增加种植体数目、减小末端种植体与邻近种植体间距或采用悬臂上人工牙的咬合调整来改善应力分布。

第四节 与种植义齿修复有关的生物力学

种植义齿修复目前已较广泛地应用于牙列缺损、牙列缺失的修复以及颌面部组织缺损的修复，为临床一些采用常规修复难以达到满意效果的病例提供了较为理想的修复方法。与此同时，种植义齿的研究也在不断深入，学者们从临床经验和研究结果发现，种植义齿的成功与否，与其生物力学相容性息息相关。目前，对于种植义齿的生物力学研究主要包括：①种植体材料机械性能；②种植体功能时对周围骨组织的应力传导；③种植体与骨界面的结合力；④根据牙缺损情况，对植入种植体数目、位置和方向的确定；⑤种植义齿各组成部分断裂原因的分析与预防措施的研究；⑥种植体与天然牙连接的方式；⑦种植义齿设计的力学；⑧上部支架的适合性等等。本书主要从种植外科的角度阐述与种植有关的生物力学。

一、种植床的愈合与种植体受力

（一）种植体受力对种植床愈合的影响

种植体植入后，由于手术的创伤，种植床组织将进行修复愈合，其愈合机制与拔牙创的愈合机制相同，但种植体的植入对愈合过程将产生影响。生物惰性材料对愈合过程没有干扰，生物活性材料可促进骨愈合。种植体周围骨的愈合与种植体早期受力有关，种植体过早负荷会使种植体与周围组织产生相对运动，将阻碍骨痂形成，延迟骨愈合，甚至不愈合。目前，一般主张在种植体植入后3～6个月进行修复，由于下颌骨组织致密，种植体植入后3个月即可进行修复，而上颌骨组织一般较为疏松，种植体植入后需要3个月到半年的无载荷愈合期。

此外，种植体植入后的稳固与否，也将直接影响种植体周围骨的愈合。植入的种植体如果没有获得早期的稳固，很难在骨与种植体有相对运动的情况下形成骨结合，种植体植入的失败将不可避免。临床上进行即刻种植时，要解决的关键问题就是种植体的早期稳固。

（二）种植体周围骨组织的适应性反应

Wolff定律认为，骨组织的变化与所受的应力有关，即在应力较高的区域由于骨的新生使结构增强，在应力低的区域骨吸收萎缩而使结构减弱。种植体周围骨组织的改建与种植体功能时周围骨组织所受的应力有关。大量的临床观察发现，种植体周围有致密的层状骨形成。但是，如果种植体周围骨组织所受应力超过骨组织的生理耐受限度可导致骨创伤、骨组织坏死、吸收，这可能是导致种植体失败的原因之一。

二、与种植体形状有关的生物力学问题

尽管目前广泛使用的钛或钛合金种植体基本上都能与骨组织间形成良好骨性连接，但

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

与骨组织本身相比这个界面承受剪应力和拉应力的能力还是很差的。但这个界面承受压应力的能力是足够的。因此,正确设计种植体的形状,使种植体与骨组织之间的界面上尽量承受压应力而少受剪应力和拉应力,将有助于减少其发生松动的可能性,延长其使用寿命。种植体形态是影响其质量的重要因素,在很大程度上决定了牙种植体能否与骨长期结合并行使功能。近年来,国内外学者作了大量的研究,探求种植体为何种形态结构时具生物力学相容性,这些研究涉及种植体的长度、直径、螺距、螺纹顶角等等方面的问题。

种植体的长度对其纵向承载能力有一定的影响:长度越大,界面应力就越小,因此承载能力也就越大;但种植体长度对其横向承载能力的影响却是非常显著的。由于松质骨的弹性模量要比皮质骨的弹性模量小得多,在同样的变形情况下,松质骨产生的变形抗力要比皮质骨产生的变形抗力小得多。因此,当种植体长度不够长,没有达到下颌骨底部的皮质骨时,颌骨作用在种植体上支反力所构成的力偶臂就非常短,这很容易引起骨质吸收及种植体松动。因此,从理论上讲在设计及选择种植体的长度时应尽量使种植体深入到颌骨另一端的皮质骨中去。

就种植体直径对界面应力的影响进行的有限元分析显示种植体直径越大,界面的应力就越小,且种植体本身的强度也会有所增加。但随着种植体直径的增加,支持种植体的骨组织强度将会显著下降。研究还显示种植全口固定义齿的种植体颈狭部直径由 4mm 减少到 1mm 时,种植体中的应力峰值增加了约 573%;颈狭部直径由 4mm 减少 2mm 时,种植体中的应力峰值增加了约 103%;上述直径变化对骨界面、基托应力影响不大。

由理论推算可知,螺旋种植体的螺距越小,在整个界面上的螺纹数就越多,界面应力就越小。但螺距减小后会带来两个问题,一是种植体本身螺纹牙的强度将受到影响,另一是支持种植体的骨组织受力状态将变差。如把长在种植体两螺纹牙之间的骨组织受力情况简单地看做是一悬臂梁。设作用在悬臂梁上的载荷为 F,载荷作用点距悬臂梁固定端的距离(与种植体的螺旋深度有关)为 L,悬臂梁的宽度为 b,高度为 h(其大小等于螺距减去螺纹牙的厚度),则作用在悬臂端的最大弯曲应力 σ_{max} 为 $\sigma_{max}=\dfrac{6FL}{bh^2}$:显然,随着 h 的减小,σ_{max} 将急剧增加,从而可能导致此处骨组织的折断。因此,为保证悬臂处骨组织的强度,螺旋状种植体的螺距应尽量大一些,可分散应力集中区的受力。虽然种植体螺纹牙处的受力情况也属于悬臂梁类型的,但由于种植体材料的强度要远大于骨组织的强度,因此在螺距一定的情况下,应尽量使螺纹牙的厚度小一些,以增加骨组织悬臂梁的厚度。螺旋状种植体的螺纹顶角对界面间的受力情况也有较大的影响,研究表明螺纹顶角角度的改变,可以导致种植体在支持组织的应力分布水平的变化,螺纹顶角为 60°的种植体应力分布较为合理。

不同形态种植体所支持的下颌覆盖义齿应力分布不同。对于种植体与骨界面的应力值,圆柱形种植体小于圆锥形种植体,带螺纹种植体小于光滑种植体。有限元法计算结果还表明:中空螺纹种植体在顶点区域产生引力应力集中,而实心螺纹种植体应力的分散转移要比中空好得多;无防沉装置较有防沉装置者应力分布均匀,其设计似乎更趋合理。有防沉装置者,在防沉装置处及其附近骨组织中存在应力集中区。

三、种植体表面处理后的生物力学变化

从 20 世纪 80 年代开始,为改善种植体与骨组织间的结合性能人们采用表面涂有羟基

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

磷灰石(HA)的种植体。由于羟基磷灰石具有与骨组织非常接近的组成成分,临床应用也表现出非常好的生物相容性,因此人们对用羟基磷灰石来改善种植体的界面性能抱有很大的希望。初期的应用结果也确实非常令人满意,但随着应用时间的延长,其长期效果却不十分理想。有许多报道甚至认为其临床长期成功率反而不及非涂层的纯钛种植体高。这可能是由许多因素引起的,如羟基磷灰石涂层的剥脱、溶解后吸收等。但从力学的观点看,一般认为当种植体表面涂有羟基磷灰石时,种植体及其周围骨组织所构成系统的强度将取决于下面几个强度中最弱的一个。①种植体本身的强度;②羟基磷灰石的强度;③骨组织的强度;④种植体与羟基磷灰石间界面的强度;⑤羟基磷灰石与骨组织界面间的强度。羟基磷灰石的抗压性能虽然较好,但其抗拉和抗剪能力却很差。由于羟基磷灰石的组成成分及弹性模量等与骨组织非常接近,它与骨组织界面间的结合强度是相当高的。但由于羟基磷灰石的弹性模量及组织结构等与种植体的相差很大,它与种植体界面间的结合强度是较差的,特别是其抗拉和抗剪强度。在种植的初期,由于种植体与骨组织界面间的强度较低,是整个种植体-骨组织系统中最弱的一个环节,在种植体表面涂羟基磷灰石可迅速提高这一环节的强度,从而提高整个系统的强度。而在种植的后期,种植体与骨组织界面间的强度已变得非常高,一般已不是种植体-骨组织系统中强度最弱的一个环节。而此时对表面涂有羟基磷灰石的种植体来说,羟基磷灰石或羟基磷灰石与种植体间的界面就变成了整个种植体-骨组织系统中最弱的一个环节。因此,会出现涂有羟基磷灰石的种植体初期效果好而长期效果差的现象。但根据上述分析可以看出,如果一个种植体在种植后其表面所受应力主要为压应力而不是拉应力或剪应力的话,其长期临床效果应不会受太大的影响。用三维有限元法研究表明:种植体表面用羟基磷灰石增强的聚乙烯涂层能降低种植体颈部周围骨组织的压应力。并且研究认为光滑表面不能提供足够的机械力与种植体颈部周围骨组织结合,因为光滑表面产生的应力是极其有限的。一些学者认为,螺纹状、等离子硼土喷涂、喷砂表面能在种植体周产生功能性的不均匀应力区,这种应力有助于骨形成。有人用 25μm 大小氧化铝颗粒涂层的种植体与 250μm 涂层的种植体进行比较研究:表面粗糙度过度增加比适度增加在短期内对骨组织产生不利影响。有学者研究表明,钛种植体光滑或有方向的粗糙表面(如机械加工痕迹,切削毛边等)不利于骨组织的结合,而不规则的微米级和亚微米级的粗糙度可促进成骨细胞的附着,也利于种植体与骨组织的机械嵌合。

种植体表面形貌对种植体与骨组织间的结合强度有较大的影响。这不但体现在粗糙度大小上,也体现在表面形貌的纹理和形状上。种植体的表面粗糙度直接影响界面的嵌合强度。表面粗糙度小,界面相互嵌合的深度浅、面积小,结合强度就差。反之,若表面粗糙度大,界面相互嵌合的深度深、面积大,结合强度就高。但过高的表面粗糙度会引起骨组织的机械性刺激,加速种植体的表面腐蚀,并引起界面上的应力集中。因此存在一个最佳的种植体表面粗糙度。为了获得最佳的表面粗糙度,一般可采用下列方法中的一种来对种植体表面进行处理。①喷丸处理。该方法不但能使种植体表面产生所要求的粗糙度,而且能使表面产生一定的残余压应力,提高种植体的抗疲劳强度。②粉末冶金方法。该方法能使种植体形成多孔状的表面,提高界面的结合强度。但该方法必须使用某种粘结剂,而粘结剂的生物相容性往往不佳。③酸蚀。用氢氟酸等对种植体进行酸洗不但可以获得所需的表面粗糙度,而且可以清除种植体表面在制造过程中产生的各种污染。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

四、种植体植入数目、位置与角度的生物力学

从大量的临床观察与实验室研究表明，种植体受力的大小、方向影响着种植体的长期稳固，但是，我们还没有足够的科学实验证明种植体在体内究竟能承受多大的力量，也就是无法知道不同的缺牙部位和不同的缺牙数目应该植入多少种植体合适，我们只能根据一些力学常识、临床经验和模型实验进行设计。

(1) 植入种植体的数目越多，能承受的力船越大。

(2) 种植体应该相互平行，并与力船方向一致。

(3) 种植体位置应该有利于牙列外形的修复，同时有利于船力沿种植体长轴方向传递。

(4) 在种植体之上尽量避免形成悬臂梁式的修复。

五、种植义齿的设计对应力分布的影响

（一）种植义齿材料选择对应力分布的影响

由于种植体与骨组织间是骨性连接，中间没有牙周膜那样的缓冲组织，其抗冲击能力较差。为了提高其抗冲击能力，防止瞬时过载而引起种植体松动，一般应采用弹性模量较小、缓冲性能较好的塑料牙作为义齿修复材料。有人甚至设想在种植体和义齿之间加上一层橡胶之类的缓冲材料。

（二）种植义齿设计对应力分布的影响

1. 前牙区义齿设计对应力分布的影响　由于美观等因素的影响，种植义齿中有相当一部分是前牙。为了便于切入食物等，天然前牙一般都比较尖。因此作用在前牙上的载荷有相当一部分是横向载荷，但由于牙周膜的作用，当横向载荷传递到颌骨上时一般都只会形成拉应力和压应力，而不会形成剪应力。种植义齿由于没有牙周膜的缓冲和转换作用，如仍模仿天然牙做成很尖的形状，就会在颌骨上造成很大的弯曲应力，从而使种植体松动。如果设前牙的楔角为 2θ。当作用在前牙上的垂直载荷为 P 时，作用在前牙上的横向载荷 $P\alpha$ 为：

$$P\alpha = P\text{ctg}\theta.$$

因此，为了减小横向载荷应尽量采用较大的前牙楔角。另外，当前牙轴线与垂直载荷方向一致时，作用在前牙两侧的横向力基本能相互平衡。反之，当前牙轴线与垂直载荷方向相差较大时，作用在前牙两侧的横向力就不能平衡。因此，在进行前牙区的义齿修复时，一定要注意义齿的安装角度。

2. 后牙区义齿设计对应力分布的影响　后牙区义齿在垂直载荷作用下一般不会产生较大的横向分量。但如义齿的颊舌径太大，则在咀嚼过程中由于食物的推挤，义齿可能会受到一定的横向载荷作用，因此应适当减小后牙区义齿的颊舌径。

（三）种植义齿安放位置对应力分布的影响

当患者牙列缺损或缺失时，就需要植入多个种植体。多个种植体在排列时，应注意下面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

一些问题：①由于种植体与颌骨间为骨性连接，抗冲击能力较差，因此应尽量将上下颌的种植体错开布置，避免直接相对。②当用刚性连接方法将两个以上的种植体连接在一起时，为了提高系统的抗横向弯曲能力，应尽量不要将种植体布置在同一条直线上。③对颌骨水平关系异常如上颌前突或下颌前突的患者，种植体仍需布置在牙槽嵴中央，因此较难恢复正常的咬合关系，对这种患者建议采用其他方法进行修复。

（四）全颌种植义齿设计对应力分布的影响

1. 全颌种植义齿类型对应力分布的影响 全颌种植义齿可分为采用螺丝固位或基桩粘固固位的全颌固定式种植义齿和采用套筒冠、杆卡，球帽附着体或磁性固位的全颌覆盖种植义齿。二者的应力分布不同：种植覆盖义齿的拉、压应力均较种植固定义齿者小；但种植覆盖义齿种植体上的弯矩较种植固定义齿种植体上的弯矩大。研究表明采用螺丝固定结构较采用球帽附着结构者，其义齿的种植体骨界面应力高出 61%，基托应力高出 218%，种植体本身应力及人造牙列应力变化不大。用三维有限元法分析基托内金属支架对应力的影响表明：不使用金属支架较使用金属支架，在种植全口固定义齿，骨界面应力增加 27%，种植体应力增加 12%；在种植全口覆盖义齿，骨界面应力增加 16%，而种植体应力增加 19%。用三维光弹法分析表明：种植覆盖义齿的种植体周围骨界面、牙槽骨的应力值均比种植固定义齿低。而稳定的种植覆盖义齿和种植固定义齿能产生相近的𬌗力。

至于采用哪一类型的附着体最为合适，目前国内外的意见尚不一致。有人分别采用有杆连接或无杆连接设计的覆盖义齿进行研究，发现在集中加载下有杆连接者种植牙主应力低于无杆连接者。用三维有限元法对球帽附着体与杆卡附着体全下颌种植覆盖义齿的应力分布进行研究，结果表明：用球帽附着体的种植体周围骨组织应力较小。用光弹法进行的研究表明：在垂直载荷下球帽或 O 环附着体的覆盖义齿能转移最小的应力到两个种植体，而用杆卡附着体的覆盖义齿产生瞬间的较大的应力集中到两个种植体上；卡杆式能较好地分散轴向力，而球帽附着体能较好地分散弯曲力，但二者差别并不显著。当上部结构分别为套筒冠、杆卡附着体、改良杆式附着体时（中间两个种植体向远中移位，以弧形杆连接，杆弧与牙弓弧度一致），采用三维有限元法考察不同上部结构设计对全下颌种植覆盖义齿及其支持组织在正中𬌗情况下应力分布的影响，发现杆卡式附着体的使用可降低种植体及剩余牙槽嵴表面的应力，但使界面应力增加。改良杆卡式附着体不利于种植体及其骨界面的应力分布。用干涉仪光学全息照相术研究不同附着体连接的全颌种植覆盖义齿表明：用锥形套筒冠连接者比有硬性杆连接者要好。

另外，正确的咬合关系是全口种植义齿修复成败的一个至关重要的因素。没有牙周膜的骨性种植体对冲击荷载的传递无缓冲和分散作用，以导致界面骨组织的损伤和破坏。𬌗面 80μm 的早接触可引起全颌种植义齿支架的应力急剧增大，通过降低人工牙牙尖斜度和改变其位置可防止种植义齿超负荷。

2. 种植体数量及分布对全颌种植义齿应力分布的影响 有学者指出，3～5 个种植体支持的全颌种植义齿种植体数目改变时支架应力分布变化不大，但只有两个种植体时，支架应力会发生很大变化。种植体数目越多，其结合界面、基托、种植体和基托下黏膜的所受应力越小。在磨牙区植入种植体可显著降低种植体周围骨界面应力和基托应力。有人认为两个种植支持的全颌种植覆盖义齿，种植体间距为 22～27mm 最好。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

研究证实，种植体成曲线排列较呈直线排列者界面应力小。直线排列者常缩小其前后向分散程度，导致游离臂和抗力臂比例增大。因此，种植体骨界面应力大，种植体在颌骨内应尽量与颌平面垂直并且应位于殆力的中心位置，以利于殆力通过种植体垂直进行传递，减小种植体的力矩，减小界面所承受的过大应力。

3. 悬臂梁式构对全颌种植义齿应力分布的影响　由于无牙颌往往伴有牙槽骨的吸收，使得后牙区可用骨的高度降低（上颌窦、下牙槽神经管及牙槽骨的质和量的限制），临床上有时必须使用悬臂梁结构。由静态工程原理可知悬臂梁部是增加最靠近悬梁端的那个种植体的负荷，该种植体所承受的负荷通常是总负荷的 2.5～3 倍，是非悬臂梁状态时的 1.75～3.5 倍。最靠近悬臂梁端的种植体承受最大的压迫性负荷，远离悬臂端的种植体承受拉张性负荷。若用两种设计修复上颌无牙颌，一种是在前牙、前磨牙区集中植入 4 个或 6 个种植体（存在悬臂染结构），另一种是在前牙、前磨牙区及上颌结节处分散植入 6 个种植体（无悬臂染结构），则结果表明分散种植比集中种植对骨组织应力分布更有利。研究还表明：种植体支持的下颌种植固定义齿最大应力均位于远中种植体远中面的牙槽嵴顶部，与悬臂梁长度无关；种植体根尖区的应力受悬臂梁远中端斜向力的影响。最大应力的增加同悬臂梁长度的增加不成比例。种植体角度的轻微变化就可引起应力明显的改变。此外，还发现加载于悬臂梁上的负荷能引起支点对侧种植体应力大量增加；螺丝的应力值与种植系统内部间隙和种植体位置有关。

4. 支架游离臂长度对全颌种植义齿应力分布的影响　由于解剖结构的限制，全颌种植义齿远中出现的游离臂不利于义齿各部分的应力均匀分布。义齿垂直受载，最大的压应力位于末端种植体远中骨界面顶端，随力臂增长，界面应力不成比例地增大；侧向受载末端种植体界面应力是近中种植体的 2～3 倍。采用三维各向异性 FEM 进行全下颌种植固定义齿的应力分布研究发现，全颌种植固定义齿远中游离臂近末端种植体处的应力最大，末端种植体骨界面的应力值也最大；远中游离臂不利于种植体及其骨界面的应力均匀分布，对末端种植体及其骨界面的损害最大，且随游离臂长度增加损害更严重，游离臂长度以不超过 14mm 较安全。游离臂从 7mm 分别增加至 14mm 和 20mm，末端种植体处支架拉应变比分别增至 213%和 306%，界面骨组织的压力应变比支架增加更多，末端种植体的应变亦大。实验证明，6 个种植体支持的种植义齿，其游离臂长度与种植体排列的前后距之比应小于 1.8；4 个种植体支持的种植义齿，其比值应小于 1.5 较合理。通过限制或消除游离臂长度，增加种植体数目、缩小末端种植体和邻近种植体间距，可降低骨界面和支架的应力。义齿远中端增加种植基牙可明显改善义齿各部的应力分布状态。在种植义齿设计时，应避免延长悬臂梁，或者用一个短的仅能起到抑制悬臂梁末端垂直向运动的种植体来增强支持力。分析还表明有斜向种植与无斜向种植者下颌骨应力分布无明显不同，并证实这种方法能提高修复的支持力。总之，在设计义齿时，悬臂梁越短越好，必要时在远中端增加植入种植体。

六、种植义齿的载荷性质与加载部位不同对应力分布的影响

种植义齿的载荷主要是由咀嚼运动产生。不同的咀嚼运动方式产生不同性质的载荷。在正中咬合时，产生垂直方向殆力沿牙体或种植体长轴传导；侧向咬合时产生水平方向的力。在非生理性运动时，上下颌牙齿的接触无规律，所产生的负荷不确定。垂直载荷是咀嚼

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

力量的主要部分。一般认为，垂直载荷后应力集中于种植体颈部骨皮质处，最小应力在骨松质和种植体中份；压应力出现在颈部附近的骨皮质，而拉应力在种植体下部；侧向力产生较大的应力峰值，通常为垂直载荷应力的3～4倍。加载部位不同对种植体骨界面的应力分布有一定影响。

（一）种植体与天然牙联冠修复时，垂直集中载荷对种植体、天然牙骨界面应力影响

三维有限元分析实验结果显示，种植体与稳定的天然牙联合修复，天然牙受垂直集中载荷时，种植体未过载，其应力远小于单个种植体垂直集中加载时种植体-骨界面颈部平均应力，同时天然牙根尖部出现应力集中，说明种植体将部分应力传导至天然牙，由二者共同承担载荷。

通过对种植体与单根牙联合修复、种植体与多根牙联合修复（两种设计方式）在垂直集中加载作用时的比较，发现种植体与多根牙联冠修复后，种植体-骨界面应力分布较均匀且天然牙可分担较大的载荷。

（二）种植体与天然牙联冠修复时，水平集中载荷对种植体、天然牙骨界面应力影响

三维有限元分析结果表明，种植体与稳定的天然牙联合修复种植体受水平集中载荷作用时，种植体承担了大部分的载荷，种植体颈部应力值明显增大。这可能是由于种植体与骨为完全骨整合且与骨之间无相对运动，当种植体受水平集中载荷时，将载荷由种植体直接传导至支持骨组织。因此种植体承担了绝大部分的载荷，只有少部分载荷通过上部结构将侧向载荷传递给天然牙，同时由于天然牙牙周膜的缓冲作用使天然牙颈部应力集中不明显，说明侧向力对种植体影响较大，在修复设计上应采取相应减小侧向力的措施。

通过对种植体与单根牙联合修复、种植体与多根牙联合修复（两种设计方式）在受水平集中载荷作用时的比较，发现无论种植体还是天然牙受水平集中载荷作用时，种植体与天然牙可共同承担侧向载荷，但单个种植体与双根天然牙联冠修复后种植体颈部应力集中明显减小。这可能是由于双根天然牙颈部牙周膜面积较单根牙的大，可承担较多的载荷，同时双根天然牙的生理动度较单根牙的小，缩小了种植体与天然牙生理动度的差异，从而减小了由于两种不同力学性质基牙动度差异而导致的杠杆作用。

（三）水平集中载荷与垂直集中载荷，联冠修复设计中种植体、天然牙-骨界面应力分布的比较

当受垂直载荷作用时，力以垂直于种植体螺纹斜面的正应力方式传递至骨界面，力大部分沿种植体传递至其全长；而水平集中载荷时，载荷沿种植体向下传递过程中，在种植体与骨组织首先接触的部位，即颈部形成支点，使向下传递的载荷急剧减少，所以，在种植体颈部出现应力集中。有研究表明，种植体天然牙联冠修复水平集中载荷时种植体-骨界面应力分布比垂直集中载荷作用时种植体-骨界面应力集中程度更明显。这说明种植体对侧向载荷的耐受性小，水平集中载荷对种植体-天然牙联冠的基牙产生的破坏作用大于垂直集中载荷。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

在临床中为了减小侧向力对种植体的不利影响，可通过减小牙尖斜度、种植体与稳定的基牙联冠修复或使用有缓冲装置种植体，以提高种植体的成功率，延长种植体的寿命。

（四）全下颌种植覆盖义齿加载时对应力分布的影响

巢永烈等用三维各向异性有限元法分析全下颌改良杆卡式种植覆盖义齿，在种植体固位杆上加载及人工牙上加载的应力分布，结果表明：种植体的最大拉应力峰值出现在固位杆上集中加载时侧方种植体骨外段的近中面；最大压应力峰值出现在固位杆上分布加载下中央种植体骨外段的近中面。种植体界面骨组织的最大拉应力峰值出现在杆上分布载荷下侧方种植体近中骨皮质界面，最大压应力峰值出现在尖牙集中载荷下侧方种植体近中骨皮质界面。同一部位加载时，垂直集中载荷与分布载荷下的应力分布及应力值差别较小。在生物力学研究中，在义齿人工牙上加载更接近临床状态。三维有限元法研究表明，在均匀的分布载荷下中央种植体与侧方种植体主应力值接近；在集中载荷下，应力集中在离加载部位最近的种植体。

冲击载荷是咀嚼力量中的一部分，对骨性结合种植体的影响大。王伟等采用三维有限元法研究下颌种植覆盖义齿（4 个种植体支持）在冲击载荷下（双后牙游离端加载）种植体及周围骨组织的应力分布情况。结果表明，种植体拉应力最大值出现于中央种植体颊侧骨外段，压应力最大值出现于侧方种植体舌侧骨外段；牙槽嵴拉应力最大值出现于下颌升支前磨牙后区颊侧，压应力最大值则高度集中于侧方种植体颈部舌侧远中皮质骨内。有学者用狗研究在轴向和非轴向载荷下骨改建的情况表明：应力分布最均匀的区域骨改建程度最高。骨改建程度很大部分取决于载荷产生的水平方向的应力。故认为，建立适当的平衡𬌗，减少侧向力，并使咀嚼负荷均匀的传递到颌骨是提高种植牙远期成功率的关键。

第五节　颌骨相对位置关系的变化与生物力学

上下颌骨的相对位置关系又称为颌间关系。𬌗为下颌静止时，上下颌牙的接触。颌位通常指下颌骨所处的位置。咬合为下颌在运动中，上下颌牙的接触。上下颌骨的相对位置关系是研究𬌗与咬合的前提和基础，颌间关系变化后𬌗与咬合一定会发生变化；而健康的颌与咬合的形成则是良好颌间关系得以确立和维持的保证，无牙颌患者缺少了咬合刺激，牙槽骨萎缩从而直接导致了上下颌骨的相对位置关系的变化。可以说颌间关系、𬌗与咬合三者相互关联，密不可分，论述颌间关系必然要探讨后两者。目前在口腔医学领域，颌位关系、𬌗与咬合已越来越为口腔医务工作者所重视，对它们的研究不仅是理论性的探讨，而且是与口腔医学临床各方面尤其是修复学有着密切关系。

颌骨的相对位置关系、𬌗与咬合会受很多因素的影响而发生变化，本节以颌骨的相对位置关系为重点，仅就影响这种关系发生较大变化的生物力学因素作一简要叙述。

一、生长发育期上下颌骨相对位置关系的调整

在生长发育过程中，由于面部各器官的发育速度不同，因此上下颌的相对关系要经过几次调整才能达到正常。3 个月以前的胎儿舌发育，口鼻腔未分开，上颌生长较快，因而表现

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

为上颌前突；3个月时的胎儿硬腭形成，口鼻腔分开，舌发育较快，下颌迅速发育，因此上下颌在同一垂直平面上；7个月的胎儿由于鼻腔及上颌窦的发育，上颌又超过下颌呈前突状；新生儿出生后因吮吸动作，使下颌逐渐前移，上下颌间关系调整到正常；在乳牙𬌗期、替牙𬌗期的颌间关系，也有些变化，但改变不显著。

二、建𬌗的生物动力学平衡

正常𬌗的建立，除依靠牙的正常发育、萌出、排列等还有赖于面颌肌肉的生物动力学平衡。作用于牙弓前后、内外的所有肌肉力量的平衡也是非常重要的。

1. 向前的动力 颞肌、嚼肌、翼内肌的咀嚼力都有推动上下牙弓向前发育的作用，舌肌也有此作用。由于上下牙齿的长轴微向前方倾斜，这些肌肉产生的力，通过牙的斜面产生向前的𬌗力，有使牙体向前方移位的可能。咬合力是向上向前的，也助长了这一向前方移动的作用。

2. 向后的动力 口轮匝肌、上下唇方肌、颊肌、颏肌、颧肌等，则因直接加力于上下前牙，通过接触点而传导于全牙弓，又通过𬌗斜面而传导于上下牙齿，使同颌的牙经常保持紧密的邻接而相互支持，借助于斜面关系而使上下牙弓互相稳定，保持一定的形状。

3. 内外的动力平衡 内侧有舌体、肌肉的作用，使牙弓外扩；外侧有唇颊肌之作用，使牙弓向内而限制其外扩。牙弓在两种肌肉的作用下，保持一定的宽度和大小。在正常的前后动力平衡下，上下牙弓可以适当向前发育，使颌不至于前突或后缩。同时也促使牙弓向侧方发育。在正常的内外平衡下，牙弓的宽度可以适当发育，而不至于使牙弓发育过宽或过窄。

4. 垂直向的动力平衡 闭口肌如颞肌、嚼肌、翼内肌与开口肌如翼外肌等的动力平衡，对维持牙槽高度的正常发育，起到一定的作用，可避免产生深覆𬌗或开𬌗。

除此之外，头颈部口颌系统的各肌肉之间，各组肌群之间都有着密切联系，可以把它们比喻成一个复杂的滑轮系统内彼此相连的链条。任何一组肌肉的活动都会直接或间接地牵动另一组肌肉的张力和功能，也可以说各肌链之间的平衡和协调是维持口颌系统动力平衡、保持上下颌骨相对位置关系、行使正常生理功能所必须的。概括地说有三条肌链：①水平肌链：口轮匝肌、颊肌和咽上缩肌；②垂直肌链：腭帆张肌、腭帆提肌、腭垂肌、咽腭肌、舌腭肌；③姿态肌链：由头部背侧的颈后部肌肉通过帽状筋膜连接颞肌、嚼肌和舌骨上下肌群。

总之，口颌系统各肌肉的生物动力学平衡对颌骨的发育，牙弓的形成和𬌗的建立都有明显作用，因此，当这个平衡被打破时则上下颌骨相对位置关系或多或少都要发生一些变化，例如单侧唇裂和双侧唇裂破坏了水平肌链，可影响前牙弓和前腭突的正常发育；腭裂破坏了垂直肌链，可影响上颌骨和腭弓的正常发育；巨舌症破坏了舌与水平肌链正常的肌力平衡，可造成前牙开𬌗和下颌前突；斜颈病人破坏了姿态肌链，影响下颌骨、上颌骨以及颧骨等发育，造成颜面不对称畸形。

三、牙列缺失后上下颌骨相对位置的变化及与局部生物力学环境的关系

自上、下颌骨体向下方或上方伸出的包围牙根周围的厚而松质的突起部分是牙槽骨又

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

叫牙槽突，它是全身骨骼系统中变化最为显著的部分，其变化与牙齿的发育、萌出、及恒牙的脱落、咀嚼功能和牙齿的移动均有关系。因此，在人体的发育期及正常颌建立以后，上下颌骨相向对位置关系的变化主要由上下颌牙槽骨的相对位置变化引起。

牙槽骨对稳固义齿，支持𬌗力起着重要作用，牙槽骨的健康与否直接关系着义齿的修复效果。当牙缺失后，上下颌骨的改变主要是牙槽嵴的萎缩，维持天然牙生存的牙槽突是随着牙的生长和行使功能而发育和保持的。牙缺失后，牙槽突逐渐吸收形成牙槽嵴，牙槽嵴的吸收即行加快。随着牙槽嵴的吸收，上下颌骨逐渐失去原有形状和大小。牙槽嵴的吸收速度与缺失牙的原因、时间及骨质致密程度有关。

由牙周病引起的牙列缺失往往在初期牙槽嵴吸收就很明显，因为牙周病是以根周骨组织持续破坏而导致牙松动脱落为疾病特点的。由龋齿根尖病引起的牙拔除，往往根据病程持续时间长短、拔牙难易程度不同，造成缺牙局部的牙槽嵴萎缩程度不同。单纯拔牙引起的骨吸收显著少于拔牙后又作牙槽嵴修整术者。牙槽嵴的吸收速率在牙缺发生后头 3 个月（即伤口愈合期）最快，大约 6 个月后吸收速率显著下降，拔牙后 2 年吸收速度趋于稳定。然而，剩余牙槽嵴的吸收将终生持续，一般稳定在每年约 0.5mm 的水平。

牙槽嵴吸收多少与骨质致密度直接有关，上颌骨外侧骨板较内侧骨板疏松，而下颌骨内侧骨板较外侧骨板疏松。因此，上颌牙槽嵴吸收的方向呈向上向内，外侧骨板较内侧骨板吸收多，结果上颌骨的外形逐渐缩小。由于牙槽嵴的高度与大小不断萎缩削减，以至切牙乳突、颧弓与牙槽嵴顶的距离逐渐接近甚至与之平齐。腭穹隆的高度也相应变浅变平。下颌牙槽嵴的吸收方向是向下前和向外，与上颌骨相反，结果使下牙弓逐渐变大，面下 1/3 距离也随之变短，上下颌骨的关系亦失去协调甚至可表现出下颌前突、下颌角变大、髁突变位以及下颌关节骨质吸收，导致颞下颌关节紊乱病。在吸收过多时，颏孔、外斜嵴及下颌隆突与牙槽嵴顶的距离变小，有时甚至与嵴顶平齐，嵴顶呈现为窄小而尖锐的骨嵴。从总的趋势看，上下颌前牙区吸收速率高而后牙区、上颌结节、下颌磨牙后垫的改变最少。

牙槽嵴的持续吸收不仅与患者全身健康状态和骨质代谢状况有关，而且与修复义齿与否及修复效果好坏有关，未作全口义齿修复者，由于上下颌骨得不到足够的功能刺激，使破骨细胞和成骨细胞的活力失去平衡，其牙槽嵴萎缩程度较义齿修复者严重。而局部颌骨受力过大，如上颌牙弓的义齿承托面积约为下颌牙弓的承托面积的 1.8 倍，下颌单位面积受力大，则下颌剩余牙槽嵴的平均吸收速率比上颌高 3～4 倍。同理如果全口义齿不作必要的修改，或不进行周期性更换以适应牙槽嵴的持续吸收，则在行使功能时义齿处于不稳定状态，可导致局部压力集中从而加快剩余牙槽嵴吸收。总之，牙列缺失后骨组织改变主要是牙槽嵴的吸收，在不同个体，其吸收结果不同，在同一个体的不同部位，经受不同的生物力学环境，剩余牙槽嵴的程度也不同。

四、保留牙根的修复对上下颌牙槽骨局部生物力学环境的影响

牙齿与牙槽骨之间存在相互依存的关系，牙槽骨随着牙齿的生长、萌出而发育，依牙齿的健康和功能而得以保持。虽然影响牙槽骨的因素很多，但以牙齿的影响为最大。目前已知的预防牙槽骨丧失的唯一可靠方法就是防止牙齿丧失。临床常可见到，患者口腔中失牙部位的牙槽骨吸收明显，甚至十分严重，而有牙部位的牙槽骨则丰满。有的患者全口牙虽均

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

为残根，但牙槽骨却健康而丰满。这充分说明保存牙齿和残根就能够保存牙槽骨。

全口义齿的不足之处是随着戴用年限的延长，使用效果越来越差。这主要是由于全口牙齿拔出后，牙齿的感受性丧失（tooth proprioception）全部殆力由牙齿转移至黏骨膜上，从而引起牙槽骨进行性地萎缩。Tallgren 曾对配戴全口义齿患者进行了追踪观察，发现戴用全口义齿的前半年，下颌前部牙槽骨高度降低，其吸收量约为上颌的 4 倍（下颌吸收 6.6mm，上颌吸收 1.7mm）。由此可见，牙齿缺失后即使配戴了全口义齿，牙槽骨仍呈进行性地吸收，时间越长，牙槽骨丧失越多，而且下颌牙槽骨的吸收远较上颌为甚。这说明下颌牙槽骨对义齿传导的各种功能性和非功能性力量的反应较上颌敏感，这可能与下颌骨的体积和形态有关。如何能够更好的保存余留牙槽骨，增加活动义齿的固位、稳定和支持是值得探讨的问题。近年来，由于覆盖义齿在临床较广泛的应用，使这个问题得到了较好的解决。

Crum 等对戴全口义齿与全口覆盖义齿的患者的骨吸收进行了比较。追踪 5 年的研究证实：保留尖牙的覆盖义齿可保存牙槽骨。他们采用头颅 X 线片及研究模型，对上、下颌前部牙槽嵴垂直向骨吸收进行测量，发现戴下颌总义齿的患者骨吸收（5.2mm）较戴覆盖义齿者（0.6mm）多 8 倍余。这充分说明，戴覆盖义齿可大大减缓牙槽骨的吸收。

牙齿在功能运动时，其旋转中心在牙槽骨顶和根尖之间。随着年龄的增长，行使功能时牙周组织的变化以及某些疾病如牙周炎等因素的影响，常导致牙齿的临床牙冠增长，其旋转中心逐渐向根尖方向移动。因此杠杆臂加长，承受殆力时，特别是水平向的力对根周组织的压力加大，促使牙槽骨进一步吸收，牙齿逐渐松动。制作保留牙根的修复体时，通常将基牙的高度降低，由于重新调整了冠根比例，在行使功能时可减轻甚至完全消除加于基牙上的扭力和侧向力，从而减少牙齿的创伤，并使牙齿的松动状况得以改进，使许多原来认为不能保留的牙齿保留下来。通过 X 线片发现，保留牙根的牙周组织健康状况有明显改善，牙槽骨致密，骨小梁增多，呈功能性排列。

可见，保留牙根的修复方法可将殆力传导至牙周组织，使牙槽骨受到功能性刺激，有利于保存牙槽骨。被保留的牙根承担了部分殆力，减轻了无牙区牙槽骨的负担，可延缓牙槽骨吸收的进度，此外，由于调整了天然牙的冠根比例，减小了对基牙的创伤和扭力，在基牙获得稳定的同时也保存了牙槽嵴，保存健康的牙槽骨无疑有利于义齿的固位和稳定。从另外一个角度也可以说，保留牙齿或牙根就保持了上下颌牙槽骨局部生物力学环境的相对稳定，就保存了牙槽骨，就维持了上下颌骨的相对位置关系。

五、改变上下颌骨相对位置关系的新技术——牵张成骨术有关的生物力学

牵张成骨又称骨痂牵张，是指在骨缝处或在截开的骨段用牵张装置按一定的速度和频率牵开，在因此产生的骨间隙中形成新骨，从而达到使骨延长或增宽目的的一种外科技术。它用于延长四肢长骨已有较长历史，在 Codivilla 首次报道股骨粗隆下截骨与跟骨牵引延长股骨后，Ilizarov 的杰出工作使这一技术得以广泛应用。研究表明，这种技术可形成血管化再生骨，避免了骨移植对供骨区的额外创伤，没有游离移植骨吸收或退行性变问题，有较强的抗感染能力，且骨牵张的同时，软组织也被延长，皮肤、皮下组织、肌腱、肌肉和神经均产生适应性应答。此技术于 20 世纪 70 年代应用于颌面外科，在 1990 年以后随着新材料用于牵

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

张装置及新理论的研究深入，加之在实现功能性重建和手术微创上具有独特的优势，已成为颌面外科医生治疗肿瘤术后、外伤造成的骨缺损及颌面部某些畸形的重要手段。

这一技术最近已开始用于下颌骨的延长、牙槽骨的增高和加宽等，可以改善上下颌骨相对位置关系的很多方面，国内王兴和胡敏等人在这方面的一系列工作与国外的研究保持了同步，使得牙槽嵴严重萎缩以及因创伤、肿瘤术后造成牙槽骨缺损的患者上下颌骨相对位置关系恢复到可以进行常规义齿修复的状态，并且克服了传统的牙槽嵴相对增高及绝对增高的修复前外科手术带来的种种限制与不足。

牵张成骨的基本生物学基础是：对组织施加一定强度的张力可以刺激和维持组织结构的再生重建。骨再生重建的组织结构与牵引张力强度相关性极大，有学者在细胞和组织水平上研究了牵引张力对兔下颌骨延长的骨再生重建的影响，发现不同类型的骨细胞和基质的产生取决于所使用的牵引张力峰值大小：在生理张力强度下（2000microstrains），可以发现网状骨和局部层状骨形成，成骨细胞和骨细胞呈现典型的形态。稍高张力强度下（20 000 microstrains）成片的成骨细胞以小梁骨形式出现，方向平行于牵引方向，并伴有细胞外基质的钙化。超生理张力强度下（200 000～300 000microstrains），纤维组织形成而细胞成分减少。

断骨术后，牵引裂隙之间所形成的组织不仅与牵引张力强度有关，而且在很大程度上还取决于牵引器固定骨段的稳定程度，Ilizarov 在犬胫骨牵引延长的动物试验中发现，在稳定性基本没受到控制的情况下，牵引裂隙之间会出现伴有局部出血的纤维组织及少量的软骨组织，而没有骨组织形成。在稳定性控制和软组织血供保留一般的情况下，牵引区域新生成的骨类似骨骺生长板，骨小梁排列平行于牵引延长方向，在中央区域含有梭形类成纤维细胞，合成胶原纤维构成类骨质形成的基质，这个区域可能会导致假关节形成。在稳定性严格控制和软组织血供保留最佳的情况下，牵引区域成骨活跃，直接成骨而不经过软骨内成骨的过程。

牵引器放置方向对牵引结果亦具有重要意义。不同于一般长骨，下颌骨是三维方向的立体结构骨，不同的断面都可以出现牵引器放置方向与理想牵引方向不一致的问题。临床上可能会造成牵引延长量与骨段移动量不一致的现象，还可能导致固定螺钉松动伴周围骨吸收。另外，施加于远中骨段的牵引力和由此产生的侧向力还可能影响髁突在关节窝的位置，以及导致颞下颌关节组织的变性。当牵引器平行于牵引延长方向时则可制止上述影响。狗下颌骨和新鲜成人尸体下颌骨牵引延长生物力学试验已验证了上述结论。从矢状面上看，下颌骨下缘与殆平面通常并不呈平行关系，在下颌骨牵引延长时，殆平面通常是理想的参考平面，但考虑到下牙槽神经、牙根位置及骨质的致密程度等解剖因素，通常在下颌骨下缘固定各种类型牵引器，因此下颌骨试验牵引方向与理想牵引方向常不一致。计算机模拟下颌骨牵引延长二维模型分析结果显示，当牵引器平行于下颌骨下缘时，牵引器近中骨段会被延长而渐进性垂直向下移动。临床上，这一垂直向下移动往往是导致开殆的主要原因，而且还会减少下颌前后向实际移动量。而当牵引器平行于殆平面放置时，则没有这种现象发生。

牵张成骨术是一项可以改变上下颌骨相对位置关系的新技术，对其整个过程的生物力学情况的了解无疑非常有助于颌骨或牙槽骨牵引的完成，从而为各种原因造成的颌骨固体缺损、牙槽嵴严重萎缩的部分缺牙或全部无牙患者，进行各类活动义齿或种植义齿修复，创

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

造了良好的条件并使之成为可能。

（丁仲鹃　李岩峰）

参考文献

白保晶，白乐康，李晓红等．2000．计及牙尖斜度的上颌全口义齿基托应力及其分布状况．实用口腔医学杂志，16(2)：146

白保晶，刘明治，白乐康等．2000．计及牙尖斜度的上颌全口义齿三维有限元模型的建立．实用口腔医学杂志，16(2)：143

蔡玉惠，方赵平，余颖禾．1999．下颌游离端义齿牙合支托设计的有限元分析．临床口腔医学杂志，15(2)：74

巢永烈，罗云．2000．全下颌改良杆卡式覆盖义齿不同加载部位对其应力分布的影响．实用口腔医学杂志，16(2)：96

巢永烈，杨永丰，杜传诗．1999．下颌第一磨牙种植固定桥的受载分析．中华口腔医学杂志，34(1)：22

巢永烈，朱智敏，黄隆庆等．1995．计算机图像分析系统处理系列截面影像建立牙颌三维有限元模型．华西医大学报，26(1)：11

刁颖敏主编．1991．生物力学原理与应用．上海：同济大学出版社

韩蓬，戴昆，贾虹．2000．牙合力转换卡义齿支持组织应力分布规律的三维有限元分析．华西口腔医学杂志，18(4)：262

何佳凝，岑远坤，毛祥彦等．1997．全下颌牙种植义齿及支持组织应力的三维有限元分析．华西口腔医学杂志，15(1)：67～68

贾安琦，骆小平，徐君伍等．1998．不同载荷方向下游离端附着体义齿基牙牙周及黏膜的有限元应力分析．第四军医大学学报，19(1)：5

贾安琦，骆小平，徐君伍等．1997．三种附着体用于游离端义齿垂直载荷下基牙牙周及牙槽嵴黏膜的应力分析．第四军医大学学报，18(4)：323

赖红昌．1997．牙种植体的羟磷灰石涂层与否问题．上海生物医学工程，18(1)：55～56

李玲，张睿，于力牛等．2000．基于CT断层影像的下颌骨及下牙列三维几何学仿真．上海口腔医学，9(4)：235

李玲．2001．上下颌三维重建及有限元建模．上海第二医科大学附属第九人民医院博士学位论文

李美华，王伟，董丽华等．2000．用三维有限元方法对单端固定桥进行应力分析．口腔医学纵横杂志，16(3)：197

刘鸿文，陈瀚，吴士艳等．1979．材料力学(上册)．北京：人民教育出版社

马轩祥，辛海涛，耿建平等．1999．无限元法应力分析的研究及探索．实用口腔医学杂志，15(5)：388

马轩祥，应隆安．2002．无限单元应力分析方法在口腔医学生物力学研究中的应用前景．中华口腔医学杂志，37(3)，235

马轩祥．1999．口腔修复学，沈阳：辽宁科学技术出版社

麦吉夫尼，吉尔．2003．可摘局部义齿修复学，原书第十版．北京：科学出版社

毛祥彦，宫苹，廖平等．1997．全颌牙种植义齿上部结构修复设计的探讨．中国口腔种植学杂志，2(1)：19～20

宁丽，薛淼，刘义荣等．1997．种植体与骨组织界面活体生物力学实验研究．中国口腔种植学杂志，2(1)：12

潘少霞，冯海兰，尹亚梅．2000．不同牙根长度对双套冠覆盖义齿基牙受力的影响．中华口腔医学杂志，35(1)，67～69

沈文静，陈树国，董福生等．2001．种植体与天然牙联冠修复应力分布的三维有限元分析．中国口腔种植学杂志，6(4)：161～163

宋文植，尹万忠．2000．设计缓冲间隙对下颌种植覆盖义齿应力分布的影响．中华口腔医学杂志，35(4)：263～264

唐亮，陈光谦．1999．下颌后牙固定桥支持骨组织应力的三维有限元法分析．华西口腔医学杂志，17(4)：371

王革，程祥荣，王贻宁．2000．新型球帽固位体的研究及临床应用．口腔医学纵横，16 (4)：243

王革，程祥英．2000．三维有限元动态分析不同螺距的两种螺纹种植体的应力分布．实用口腔医学杂志，16(3)：214

王伟，宋文植，尹万忠．2000．冲击载荷下骨外段种植基桩不同高度对下颌覆盖义齿应力分布的影响[J]．现代口腔医学杂志，14(6)：389

王伟，宋文植，尹万忠等．1999．冲击载荷下下颌种植覆盖总义齿与下颌常规总义齿应力分布特点的比较研究．口腔医学纵横杂志，15(1)：22

鲜苏琴，刘飞，宫平等．1997．天然牙-游离端叶状种植体联合固定义齿三维有限元研究．中国口腔种植学杂志，2(3)：101

鲜苏琴，刘飞，宫苹等．1997．天然牙-游离端叶状种植体联合固定义齿三维有限元研究．中国口腔种植学杂志，2(3)：105～107

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

肖雪,冯海兰. 2000. 磁性附着体下颌全口覆盖义齿中的临床应用. 华西口腔医学杂志, 18(4):232～233
肖云,许德文,王彬. 2002. 在全口义齿中应用按扣式附着体与磁性附着体的探讨. 口腔颌面修复学杂志, 3(2):94～96
熊刚. 1997. 14 枚二期式 HA-Ti 牙种植体基桩折断原因分析. 中国口腔种植学杂志, 2(3):27～28
徐君伍. 2000. 口腔修复学. 北京:人民卫生出版社
徐世同,程祥荣,华先民. 1997. 磁固位与杆固位种植全口总义齿的三维有限元分析. 中华口腔医学杂志, 32(2):105～107
杨德圣,刘洪臣. 2003. 覆盖义齿的殆力分布. 中华老年口腔医学杂志, 1(3):106～108
姚江武. 2001. 冠内冠外精密附着体. 北京:人民卫生出版社
张富强,杨宠莹,高素娟等. 1994. 套筒冠可摘局部义齿对支持组织的应力分布研究. 中华口腔医学杂志, 29(1):13
张旻,王景杰,王美青等. 2001. 超声透射法测量山羊髁突弹性参量的实验研究. 华西口腔医学杂志, 19(2):83
张少锋,马轩祥,张铁等. 1999. 种植全口义齿的三维有限元分析——上部连接设计对应力的影响. 实用口腔医学杂志, 15(3):219
赵云凤,陈新民,陆支越等. 1996. 口腔生物力学. 北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社
郑书深. 1999. 柱状异型螺纹种植体骨界面应力分布研究. 硕士论文. 河北医科大学
郑元俐,张富强,陈笠等. 2000. 采用牙 CT 技术建立完整下颌骨三维有限元模型. 实用口腔医学杂志, 16(2):134
郑元俐等. 1999. SJ-1 型插销式附着体义齿支持组织的应力分析 Ⅱ 基牙牙槽骨不同程度吸收对支持组织应力分布的影响. 上海口腔医学, 8(2):104
周学军,赵志河,赵美英等. 2000. 包括下颌骨的颞下颌关节三维有限元模型的建立. 实用口腔医学杂志, 16(1):17
邹敬才,刘宝林,唐文杰等. 1996. 人工种植牙直径对骨界面应力分布的影响. 口腔颌面外科杂志, 6(2):104～105
Abu-Hammad OA, Harrison A, Williams D. 2000. The effect of a hydroxyapatite-reinforced polyethylene stress distributor in a dental implant on compressive stress levels in surrounding bone. Int J Oral Maxillofac Implants, 15(4):559
Benzing UR, Gall H, Weber H. 1995. Biomechanical aspects of two different implant-prosthetic concepts for edentulous maxillae. Int J Oral Maxillofac Implants, 10(2):188
Berg T, Caputo AA. 1993. Maxillary distal-extension removable partial denture abutments with reduced periodontal support. J Prosthet Dent, 70(3):245
Besimo C, Kempf B. 1995. In vitro investigation of various attachments for overdentures on osseointegrated implants. J Oral Rehabil, 22(9):691～698
Burns DR, Ward JE. 1990. Review of attachments for removable partial denture design: 1. Classification and selection. Int J Prosthodont, 3(1):98
Chao YL, Meijer HJ, Van Oort RP et al. 1995. The incomprehensible success of the implant stabilised overdenture in the edentulous mandible: a literature review on transfer of chewing forces to bone surrounding implants. Eur J Prosthodont Restor Dent, 3(6):255～261
Donovan TE, Derbabian K, Kaneko L et al. 2001. Esthetic considerations in removable prosthodontics. J Esthet Restor Dent, 13(4):241
Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, van't Hof MA et al. 1998. Bite forces with mandibular implant-retained overdentures J Dent Res, 77(10):1832
Gunne J, Rangert B, Glantz PO et al. 1997. Functional loads on freestanding and connected implants in three-unit mandibular prostheses opposing complete dentures: an in vivo study. Int J Oral Maxillofac Implants, 12(3):335～341
Hammer N. 2001. The precision removable restoration: attachments in prosthodontics. Ann Dent, 5(1):10
Heckmann SM, Winter W, Weber HP et al. 2001. Overdentureattachment selection and the loading of implant and denture-bearing area. Part 2: A methodical study using five typesof attachment. Clin Oral Impl Res, 12:640～647
Hirschman BA. 2000. Extracoronal precision attachments for removable partial dentures. J Mich Dent Assoc, 82(3):30
Ichikawa T, Horiuchi M, wigianto R et al. 1996. In vitrostudy of mandibular implant-retained overdentures: the influence of stud attachments on load transfer to theimplant and soft tissue. Int J Prosthodont, 9(4):394
Kayacan R, Ballarini R, Mullen RL. 1997. Theoretical study of the effects of tooth and implant mobility differences on occlusal force transmission in tooth/implant-supported partial prostheses. J Prosthet Dent, 78(4):391

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Kenney R, Richards MW. 1998. Photoelastic stress patternsproduced by implant-retained overdentures. J Prosthet Dent, 80(5):559

Kiat-Amnuay S, Khan Z, Gettleman L. 1999. Overdentureretention of four resilient liners over an implant bar. J Prosthet Dent, 81(5):568

Ku YC, Shen YF, Chan CP. 2000. Extracoronal resilient attachments in distal-extension removable partial dentures. Quintessence Int, 31(5):311

Matsushita Y, Koyano K. 2003. In vitro study of a mandibularimplant overdenture retained with ball, magnet, or baratachments: comparison of load transfer and denturestability. Int J Prosthodont, 16(2):128

Meijer HJ, Starmans FJ, Steen WH et al. 1996. Loading conditions of endosseous implants in an edentulous human mandible: a three-dimensional, finite-element study. J Oral Rehabil, 23(11):757~763

Mericske-Stern R. 1994. Overdentures with roots or implantsfor elderly patients: a comparison. J Prosthet Dent, 72(5): 543

Mori S, Sato T, Hara T et al. 1997. Effect of continuous pressureon histopathological changes in denture-supporting tissues. J Oral Rehabil, 24(1):37

Reed HV. 1990. Stress-equalizing removable partial denture. Quintessence Int, 21(4):283

Sertgoz A. 1997. Finite element analysis study of the effect of superstructure material on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis. Int J Prosthodont, 10(1):19

Taylor TD. 1998. Prosthodontic problems and limitations associated with osseointegration. J Prosthet Dent, 79(1):74~78

Wang CH, Lee HE, Wang CC et al. 1998. Methods to improve a periodontally involved terminal abutment of a cantilever fixed partial denture—a finite element stress analysis. Oral Rehabil, 25(4):253

Wang S, Hobkirk JA. 1996. Load distribution on implants with a cantilevered substructure: an in vitro pilot study. Implant Dent, 5(1):36

White SN, Caputo AA, Anderkvist T. 1994. Effect of cantilever length on stress transfer by implant-supported prostheses. J Prosthet Dent, 71(5):493

Wichmann MG, Kuntze W. 1999. Wear behavior of precision attachments. Int J Prosthodont, 12(5):409~414

Wiskott HW, Belser UC. 1999. Lack of integration of smooth titanium surfaces: a working hypothesis based on strains generated in the surrounding bone. Clin Oral Implants Res, 10(6):429

Yang HS, Chung HJ, Park YJ. 1996. Stress analysis of a cantilevered fixed partial denture with normal and reduced bone support. J Prosthet Dent, 76(4):424

Yang HS, Lang LA. 1999. Felton DA Finite element stress analysis on the effect of splinting in fixed partial dentures. J Prosthet Dent, 81(6):721

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第四章 修复前的牙体、牙髓和牙周的准备

随着牙髓治疗技术的进步，即往不能保留的残冠及残根经过完善的根管治疗后进行冠或桥的修复，残冠残根得以保留在牙列内，对于维持牙列的完整性、提高病人的生活质量起到了积极的作用。因此，从广义上讲，牙体、牙髓和牙周的手术治疗是修复前外科的一个重要组成部分。

第一节 修复前的牙体治疗

一、现代根管治疗技术

由于修复技术的进步，保存牙根就具有了极为重要的意义。因此，对于临床上所有需要冠桥修复的病例首先要进行完善的根管治疗，即清除根管内的感染物质，清洁根管并使之成形，以及随后的封闭，为以后桩核冠以及固定桥等的修复打下必要的物质基础。

除了常规的急慢性牙髓炎及急慢性根尖周炎的治疗，修复所需要保留的残根残冠也是进行根管治疗的适应证。在本节中，结合修复临床，主要介绍现代根管治疗术(morden root canal therapy technique)。

(一) 现代根管治疗的原理

根管治疗有两个目的：通过对根管系统的清创和将根管预备成特殊的形态以获得特定的充填形态。当然，其最主要的目的是将整个根管系统全部封闭，最终创造一个机体免疫系统能够修复根尖周病变的环境。

(二) 根管预备技术

根管预备技术(technique of the root canal preparation)包括了髓腔的预备(即冠的预备)和根管的预备，前者是为了形成正确和足够的冠方通路以利于后者的预备。

1. 冠的预备技术(technique of the coronal cavity preparation)　髓腔预备的原则是遵循 G. V. Black 所提出的洞形预备的原则来进行的，在去除龋坏和不良修复体的基础上建立一个理想的髓腔形态。而理想的髓腔预备应该是：

(1) 完全去除髓腔顶。

(2) 去除冠髓。

(3) 为根管预备器械的顺利进入建立直线通路。

上述这些是建立在保存牙体的结构和最后修复的固位以及美学考虑基础之上。在洞口设计时必须考虑到髓腔的形态和髓腔的大小以及根管的数目、位置和根管的弯曲方向和弯曲程度。不同的牙齿设计的洞形应该是不一样的，因为洞形轮廓投影了相应的髓腔外形。

传统的根管治疗将清洁(cleanig)和成形(shaping)作两个分开的过程，Shilder 用 cleanig 来

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表示根管的清创，而用 shaping 来表示为充填而进行的根管成形的过程。在整个治疗过程中这两个过程并不是分开的，所有用于临床上的器械和根管预备技术都是使这两个过程同时进行的。冠部髓腔的预备直接影响到后续治疗的结果。髓腔预备的外形必须建立从髓腔到根尖孔的为器械能够完全无阻力进入的直线通道，以利于对根管进行的彻底的清洁和成形(图 4-1，图 4-2)。

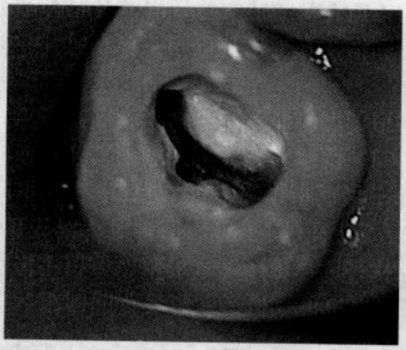


图 4-1　冠的预备

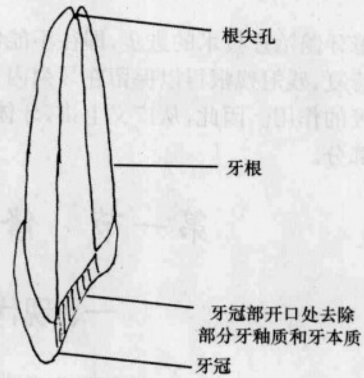


图 4-2　牙冠部预备完成后与根管成直线通路

具体患牙的洞形设计可参照有关牙体牙髓专著。

2. 根管预备技术(technique of the root canal preparation)　髓腔的通路建立好后，就开始进行根管部分的预备，这是根管预备的又一重要组成部分。根管部分的预备实际是对根管的清创，它包含了去除坏死的牙髓组织，细菌，细菌的代谢产物以及牙本质碎屑，冲洗和消毒贯穿于整个过程。在这个过程中同时包含了根管的成形，Schilder 提出了根管预备的基本原则是：

(1) 从根管口到根尖处形成一个连续的锥度。

(2) 维持根管原始的形态不变。

(3) 保持根尖孔位置不变。

(4) 保持根尖区狭窄位置不变(图 4-3～图 4-5)。

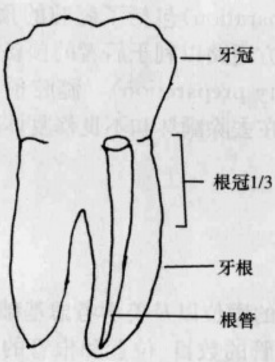


图 4-3　牙根管预备，冠向下法，根冠 1/3 处为直线通路

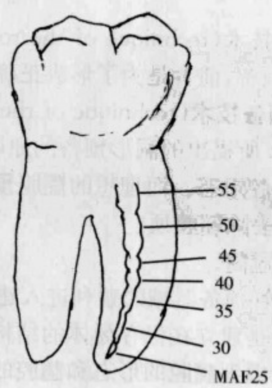


图 4-4　牙根管预备，步退法，最大根尖主锉直径为# 25

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

根管预备的方法有多种，结合现代根管治疗技术，本章介绍旋转镍钛锉根管预备的方法，在进行根管预备之前，首先要进行根管长度的测量。



图 4-5　冠、根预备完成，根管充填后

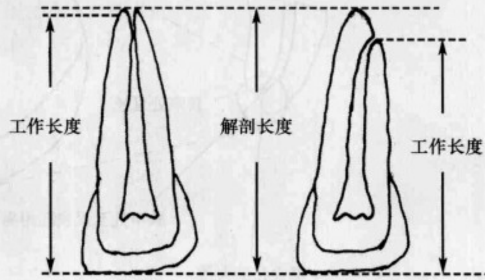


图 4-6　根管长度测量

3. 根管长度测量(working length determination)　根管系统的清洁和成形是根管治疗中最重要的步骤，因为通过这步骤可以去除疼痛和去除根管内的碎屑和细菌致病因素。在这个过程中最具挑战性的就是根管长度的测量，在进行根管预备之前，操作者必须清楚地知道根管的工作长度，这样才能保证预备的准确性。这个长度是限定从牙冠的参考点到根管预备和充填终止点的距离，也就是我们所说的工作长度(working length)，它往往与在 X 线片上的解剖长度有差异(图 4-6)。在根管长度测量完成后，术者必须很好地去除根管内的感染病因，为根管充填而清洁和成形根管系统。

(1) 冠部参考点的确定：在确定参考点之前要将薄壁牙尖去除，需要调整咬合的牙要事先调整咬合，有充填体的要去除充填体，在进行根管长度测量时首先要定好冠部的参考点。参考点的确定应该是能够重复操作并能够记录，以有利于今后复诊时参考。在大多数病例中，建立好冠部的直线通路后确定参考点是比较好的，因为牙尖的位置止动点的变化可能导致根管工作长度发生改变。参考点可以选择所测量的根管的牙尖上或者所有根管选定同一牙尖；如果测量所用的锉远离所测根管的牙尖，则该牙尖的洞缘也能作为冠部的参考点。当所治疗的牙无明显的参考点时，可选择牙上任何一突出部分作为参考点。总之，参考点的确定要根据具体情况而选择，但是可重复记录是最基本的要求。

(2) 根尖部参考点的确定：冠部参考点确定后，就应该进行根尖部参考点的确定。这两个参考点就是我们所要的根管长度——即根管的工作长度。根尖的参考点应该位于根尖狭窄处牙本质牙骨质(dentinocemental junction，DCJ)交界处(图 4-7)。但是有学者指出，在解剖学牙体上，DCJ 极少有一限定的点，不仅极少位于接近根尖狭窄处，而且由于牙根的吸收和解剖的变异偶尔在牙根表面的外面也能发现 DCJ。随着年龄的增加和继发牙骨质的沉积，根尖孔的中心会发生偏移；由于各种原因导致的根尖的吸收会影响根尖解剖和决定牙髓治疗终止点发生改变。

有学者建议，在进行根管充填时，对于正常的解剖根尖其工作长度短于放射片 1mm，对于有骨沉积但是无根尖吸收的根尖其工作长度短于放射片 1.5mm，而有根尖吸收的则短于 2mm。

(3) 工作长度确定的方法：确定工作长度的方法包括了来自于解剖研究的平均工作长度，术前放射片，手感或是病人的 eye twitch 反应等。事实上，临床上最理想的测量工作长

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

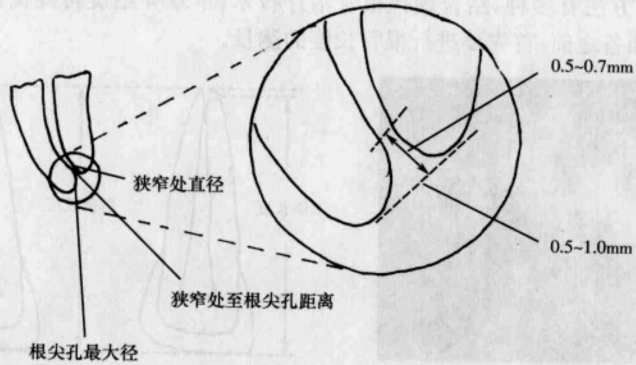


图 4-7　根尖部解剖示意图

根尖部狭窄处直径小于根尖孔最大径，根管充填只须达到狭窄处即可

度的方法是在建立了从根管口到根尖 1/3 的直线通路后进行，这不仅可以避免由于去除了冠部的偏斜导致工作长度有轻度的改变以外，更重要的是可以增加术者对于根尖狭窄处的敏感，保证根尖参考点的准确性。

临床上应用最普遍的方法是 X 线牙片估测法(radiographic method)，当用该方法确定工作长度时，其影像的质量对于准确判定工作长度是至关重要的。临床上最常用的是平行透照法，工作长度(WL)＝估测长度(IL)$\pm d-1$(其中$+d$为器械短于根尖的毫米数，$-d$为器械超出根尖的毫米数)，具体的方法教科书有详细论述，在此不进行讨论。在此主要介绍新的技术方法。

1) 数字放射技术(digital radiography)：1987 年，基于数字放射技术的 CCD(charged coupled device)感应器第一次应用于牙科，由于它的迅速成像能力，近 20 年来数字成像技术已经在牙髓病治疗中得以广泛应用。这种技术利用能产生即刻数字成像的口内传感器 CCD 将图像传到监视器上，采用这一技术病人暴露在放射线下的量可减少 50%或者以上；同时拍摄的图像可以保存，放大或者存放于病人的病历中。当根尖解剖不清时，可以通过再次调整位置指示装置或者感应器重新拍摄，使用该技术时的拍摄角度与常规的 X 线拍摄基本一致。

2) 电子根尖定位仪(electronic apex locators)技术：由于辨别来自于正常解剖结构的根管解剖和病变的困难，放射片常常提供错误的信息。用电子根尖定位仪测量根管的工作长度是对放射片的一种辅助手段，它能提供普通放射片不能提供的信息，同时对孕妇、儿童等不能接受放射线或者无法忍受常规拍摄牙片的病人提供了一种测量工作长度的方法。有研究发现，大约有 40%的根尖开口偏移根尖的中心而位于颊侧或者舌侧，并且根尖根管弯曲在颊或舌平面，在这种情况下只能利用电子根尖定位仪提供比较好的信息。1942 年，Suzuki 通过对狗的实验研究发现了位于根管内的器械和黏膜之间的电流阻抗是以恒定的值；1962 年，Sunada 证实了在根尖、黏膜和牙周韧带之间的这一值基本恒定在 39～41mA 之间，随后他证实当电流值在 40mA 时，器械正好位于根尖的位置。根尖定位仪正是根据这一原理设计的(图 4-8～图 4-11)，目前在市场上的根尖定位仪是第三代，它能在潮湿的环境里使用，在使用时根尖定位仪并不总是测量到根尖狭窄处。根管的出口的那一点即根尖孔

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

到牙周膜间隙是关键的测量点。如果根尖孔开口在颊侧或舌侧或是牙的分叉处，则根尖定位仪也不能探测出。研究表明，根尖定位仪的准确性在 79%～94%，根据不同品牌的根尖定位仪其准确性不一。在测量工作长度时，所得的结果在距根尖狭窄处加减 0.5mm 是一个限定的可接受的准确范围。

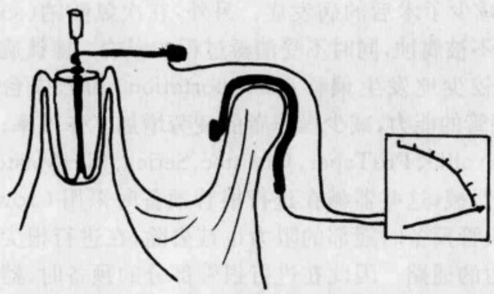


图 4-8　电子根尖定位仪测量根管工作长度示意图



图 4-9　根管预备时可能出现的根尖部改变

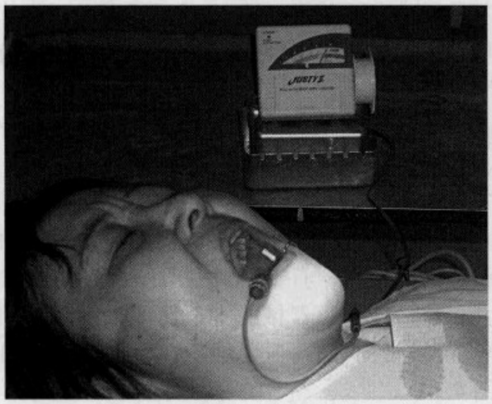


图 4-10　利用根尖定位仪测量根管长度

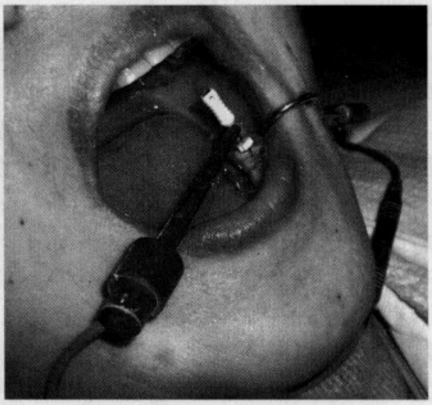


图 4-11　利用根尖定位仪测量根管长度

3）使用根尖定位仪应该注意的事项：对于安装了心脏起搏器的患者根尖定位仪是禁止使用的。测量工作长度要尽可能地采用多种技术方法，首先要确定好冠部的参考点，其次应该通过组织学上和术前片估计工作长度，在操作上应该将手感、放射片和根尖定位仪结合来达到在根管治疗中所要达到的理想工作长度。

4. 旋转镍钛锉根管预备技术(rotary canal preparation)　关于根管治疗的方法有多种，如我们比较熟悉的步退法、平衡力法等教科书上已有详细的论述，在此不再介绍。结合修复临床，重点介绍大锥度预备根管的现代根管预备技术。自 20 世纪 80 年代以来，根管治疗技术已经有了突飞猛进的发展，主要表现在系统的理论体系、规范的操作步骤以及标准化的器械设备不断涌现，大锥度镍钛旋转锉的出现，使得传统的步退法(图 4-4)逐渐向步进法(冠向下法 crown-down technique)(图 4-3)发展，工作长度的稳定维持，这些技术使根管治疗的疗效稳定性提高而越来越受到牙医们的青睐。但是预备技术的基本核心仍然是 Schilder 提出的：从根管口到根尖处形成一个连续的锥度；维持根管原始的形态不变；保持根尖孔位置

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

不变以及保持根尖区狭窄位置不变。

(1) 镍钛旋转锉：1988 年，Walia 和他的同事第一次报道了将镍钛锉用于牙髓治疗，随后的 10 年大锥度的旋转锉逐渐应用于临床，它们是非标准锥度的根管预备器械，其弹性是不锈钢器械的 2～3 倍，更能够抵抗顺时针旋转所产生的扭力；在使用过程中，由于采用了冠向下技术，使得较少地将碎屑推出根尖孔，减少了术后的病发症。另外，在次氯酸钠(sodium hypochlorite)存在的环境下镍钛旋转锉不被腐蚀，同时不受消毒过程的影响。镍钛旋转锉的最大的优点是在预备根管的过程中较少地发生偏移(transportation)和形成台阶(ledge)，同时它也能增加操作者均匀成形根管的能力，减少操作者的疲劳增加工作效率；目前市场上的镍钛旋转锉种类比较多，有 Profile、ProTaper、Quantec Series、FlexMaster、Hero 642、Hero Shaper、Lightspeed 等多种器械，这些器械在进行根管预备时采用 Crown-down 技术。采用 Crown-down 技术进行根管预备时冠部的阻力也被去除，在进行根尖部分预备时为后续锉的进入提供了一个无阻力的通路。因此在进行根管部分的预备时，器械是位于根管的中心处并且是均匀地去除牙本质。这样就减少了预备过程中经常出现的如台阶的形成、根尖孔拉开以及根尖的偏移(图 4-12)。采用 Crown-down 技术的另外一个优点是可以减少根尖残屑被推出根尖孔。

任何一种器械的使用厂家均有详细的说明，在此，以 ProTaper 为代表介绍如何使用旋转镍钛锉进行根管预备。

(2) ProTape 旋转锉：ProTape 旋转锉是登士柏公司于 1994 年推出的，由于它的操作简单方便，成形好，并且具有良好的安全性能，因此颇受牙医们的青睐。

ProTape 的特点：ProTaper (Dentsply/Tulsa Dental) 是每一支器械都是渐进的可变锥度，这种可变的锥度可在纵向和横向两个方向进行渐进的预备在使用时，器械只与牙本质的一小部分接触，因此可以减少导致器械疲劳和分离的扭力；与传统器械相比较在器械旋转时，也能增加触感；其尖端无切割力，仅仅作为引导头，增加了器械的安全性，减少台阶的形成以及根管偏移；螺旋的角度及螺距保证了碎屑能被带出根管，避免堆积在根尖处；操作的短柄减少了操作的难度，尤其对于后牙根管(图 4-13)。

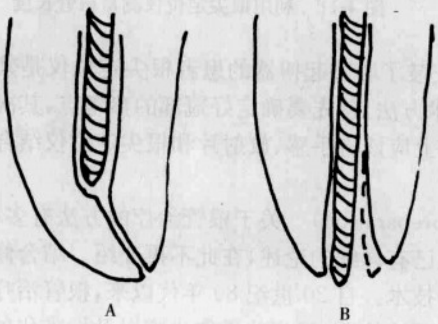


图 4-12　根管预备过程中易出现 A 台阶形成，B 根尖孔位置改变(根尖孔拉开)

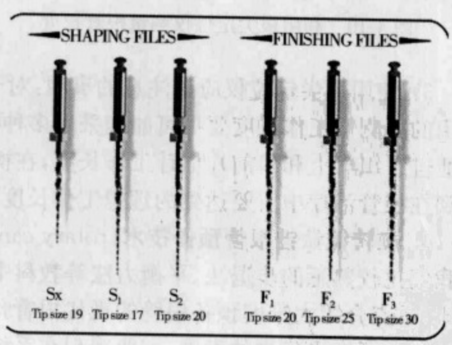


图 4-13　ProTaper 旋转锉

ProTaper 旋转锉由 6 支锉组成，其中 3 支是成形锉(Shaping Files)，3 支是完成锉(Finishiing Files)。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

1) Shaping Files：Shaping Files 以 Sx、S_1 和 S_2 来表示。Sx 是辅助锉，用于比较短的根管以及预备扩大根管冠部的开口，类似 Gates-Glidden drills 和 orifice openers 的作用。Sx 是最短的一支器械，仅有 19mm，但是，从 D_0（尖端直径 0.19mm）到 D_9（9.0mm）增加了 1.1mm，锥度变化较大，在 D_9 以后直到 D_{14} 锥度的增加率减少，这增加了器械的弹性（图 4-14）。

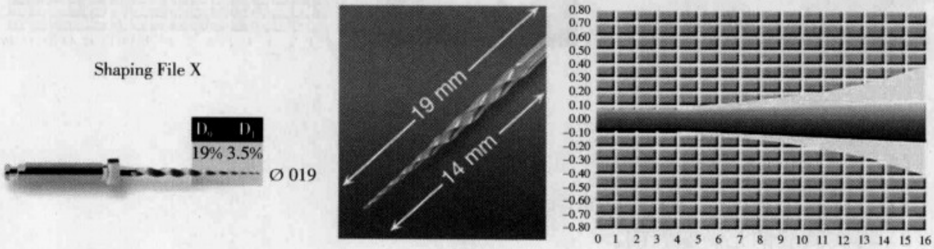


图 4-14　成形锉 Sx

2) S_1 和 S_2 在尖端的直径分别是 0.17mm 和 0.2mm，每一支锉的锥度增加直到 1.2mm。其中 S_1 的 14mm 的切割刃有 12 个不同的锥度变化，从 D_1 的 2%到 D_{14} 的 11%。操作时从冠部建立大的直线通路，同时为下一器械被动进入做好准备。S_2 14mm 的切割刃有 9 个不同的锥度变化，从 D_1 的 4%到 D_{14} 的 11.5%。操作时预备根管的主体，为完成锉的进入提供一个安全的空间。但是这种锥度的增加与 ISO 器械直径恒定（0.02/mm）增加不相同，它是每 1mm 大锥度的增加直到器械切割刃 14mm 处。这是 Shaping Files 的独特之处（图 4-15）。

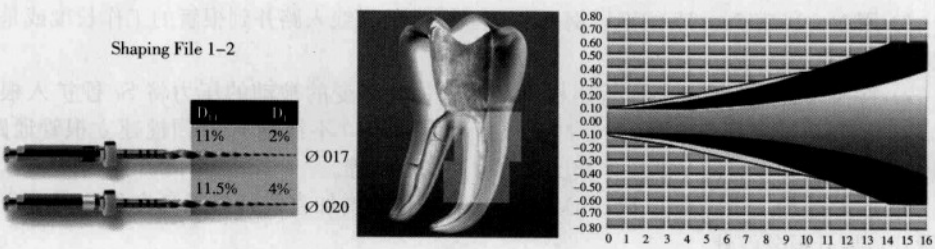


图 4-15　成形锉 S_1 和 S_2

成形锉 S_1 主要用于预备根管冠部 1/3，S_2 用于扩大和预备根管中 1/3 另外帮助增加根尖 1/3 冠方的扩大，实际上这两支器械同时都帮助根尖部分的扩大。

3) Finishing Files：完成锉的设计主要是用于进行根尖 1/3 的预备，同时也帮助扩大根管中 1/3 的部分。F_1、F_2 和 F_3 其尖端直径分别是 0.20、0.25 和 0.30mm，它们锥度的变化也是不一样的，为了提供更好的安全性能，锥度从 D_0 到 D_3 分别是 7%、8%和 9%，而从 D_4 到 D_{14} 其锥度的增加是 5%，这种变化增加了器械的弹性。其中 F_1 切割刃的最大直径是 1.13mm，F_2 和 F_3 切割刃的最大直径均是 1.2mm。这种反向锥度的变化为大直径的器械提供了弹性，增加了器械的安全性（图 4-16）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

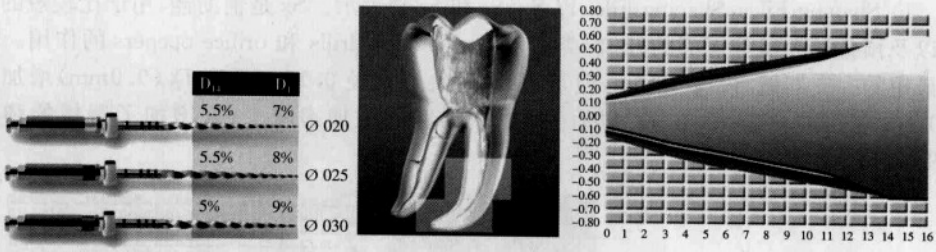


图 4-16　完成锉

(3) ProTaper 根管预备时的使用方法：

1) 将髓腔预备成没有阻碍的直线通路。

2) 将次氯酸钠充满髓腔内。

3) 用 No. 10 和 No. 15 锉建立平滑的直线入路。

4) 仔细检查旋转锉。

5) 使用根管马达，速度控制在 200～300r/min。

6) 动作轻柔，保持根管的湿润，并经常冲洗根管。

7) 操作时不能过急，动作一定要缓慢。

8) 经常清洁旋转锉，谨防器械的过度使用。

9) 器械使用的次数不能超过 15 个根管，如遇弯曲根管则只能使用一次。

10) 在预备根管的过程中使用 EDTA 或者其他的螯合剂作为根管润滑剂。

(4) ProTaper 预备根管步骤：

1) 用 No. 10 和 No. 15 的不锈钢 K 锉建立平滑的直线入路并到根管的工作长度或是到根尖狭窄区。

2) 将次氯酸钠充满髓腔内后用根管马达以一种多变的被动的压力将 S_1 锉扩入根管内，切记不要超过根管全长的 3/4。冲洗根管后用 No. 10 不锈钢 K 锉回锉建立根管通路，再用 S_1 锉预备到根管的全部工作长度。再次冲洗和回锉。

3) 成形锉 S_1 采用“刷式(Brush)”动作在短小牙中增加直线开口或者在后牙再次定位根管开口离开根分歧处。

4) 用成形锉 S_2 预备到根管全工作长度。冲洗，回锉，再冲洗。

5) 用手动锉确定并维持工作长度。

6) 完成锉 F_1 被动地扩大预备到距工作长度 0.5mm 处，1 秒钟后回抽。切记仅仅 1 秒钟。F_1 的尖端直径是 0.20mm，如果手动不锈钢 0.20mm 的 K 锉在根尖处有阻力时，则预备就结束了。在进行最后冲洗前保持 K 锉在根管内拍摄 X 线片以确定正确的工作长度。

7) 如果术者感到 0.20mm 的 K 锉在根尖位置处松动，可继续使用完成锉 F_2 进行根管预备，这支锉的尖端直径是 0.25mm，用手动不锈钢 0.25mm 的 K 锉插入到根管的工作长度，如果此时有阻力感，拍摄 X 线片，冲洗，回抽再冲洗。

8) 如果 K25 锉仍然感到松，则可使用完成锉 F_3 进行根管预备，用手动不锈钢 0.30mm 的 K 锉进行检查，拍摄 X 线片，冲洗，回抽再冲洗。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

9）经常的冲洗和清洁器械是绝对必要的——冲洗和回锉。

经过上述步骤，用大锥度的旋转锉预备根管就结束了。此时的根管入口通畅，根管内的微生物和玷污层基本去除，就可进行根管充填或是根管内的药物消毒了。

(5) 使用镍钛旋转锉应该注意的事项：目前市场上有各种的镍钛旋转锉，它具有良好的弹性，但是无论使用何种旋转锉都应该记住：不应该将旋转锉的良好的弹性与抗扭力相互混淆，尽管旋转锉的弹性好于不锈钢锉，但是不锈钢锉的抗折断性更好。No. 25 不锈钢锉比相应的镍钛锉的抗折断力好。镍钛旋转锉折断前往往没有任何肉眼可见的征兆，因此它们的使用寿命受到一定限制，一般而言，在治疗 5 个临床病例后就不应该再使用。在使用时要注意以下几点：

1）不能对器械施力（力的大小以不折断 No. 2 铅笔为宜）。这些器械的使用需要一种被动的技术，遇到阻力时必须立即停止操作，并重新扩大根管口及探测根管长度。

2）器械不要过度使用。弯曲根管对器械的应力比直根管的大。在困难的根管用新的器械，而在简单的根管用旧的器械，在使用过程中要仔细阅读厂家的说明。

3）镍钛旋转锉在过渡钙化的根管、有台阶形成、极度弯曲的根管以及根管为Ⅱ型结构的和 C 型根管不适用。

4）在使用过程中避免突然转变器械的方向，在进行根管预备前必须建立好完善的根管口通路。

5）无论使用何种预备技术，施与镍钛旋转锉上的力必须是被动的和小于不锈钢器械。

6）操作时动作要轻柔，切忌操之过急。

7）每次使用后要清理干净器械上的碎屑，降低器械的负重；使用前仔细检查。

8）对每一套器械使用后要登记使用次数，ProTaper 旋转锉的使用次数最多不超过 15 个根管，对于其他的器械可依据厂家说明使用。

5. 根管的冲洗(root canal irrigants)　未治疗的根管内充满了坏死牙髓残余物和组织液的凝胶状团块。根管治疗成果的基础是仔细清除这些残余的微生物和来自于根管的牙本质碎屑。这一点对于根尖尤为重要。根管的器械预备是根管清创的基础，然而根管的冲洗是重要的辅助手段，所有的预备技术都要依赖冲洗以帮助从根管内去除根管内的碎屑。根管系统内的不规则如根管的峡部及根尖的三角区尤其是与根尖周组织有密切关系的根尖部分等使预备器械难以进行彻底的清洁。因此冲洗液作为物理的冲洗能有效地去除玷污层以及作为杀菌剂和根管润滑剂使机械预备过程真正实现根管系统的化学机械预备。

(1) 根管冲洗液：临床上使用的根管冲洗液必须是无毒，能够溶解活髓和坏死牙髓组织，杀灭细菌，润滑以及去除牙本质玷污层，有研究表明玷污层内的细菌再繁殖。临床上应用最普遍的冲洗液是次氯酸钠(sodium hypochlorite)，以 5.25%浓度的次氯酸钠应用最广。它是一种有效的抗菌剂，并可溶解根管内牙髓组织和牙本质组织，但是冲洗时要注意不能将次氯酸钠溶液推出根尖孔刺激根尖周组织。

研究发现，使用 5.25%、2.5%和 1.0%的次氯酸钠可以完全去除根管内残余的牙髓组织和管壁上的前期牙本质，而 0.5%的次氯酸钠可以去除大部分的残余的牙髓组织和前期牙本质，但是仍然残留表面上的部分纤维。当在根管内作用 5 分钟时，5.25%和 2.5%浓度的次氯酸钠的作用是同样的。也有学者注意到了次氯酸钠的毒性问题。研究发现常规使

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

5%的次氯酸钠可能是有毒的，而当用0.5%的次氯酸钠溶解坏死的牙髓组织而非活髓时，其毒性明显小于5%的，因此，有学者建议用0.5%浓度的次氯酸钠来进行根管的治疗。另外有学者用琼脂扩散试验评估根管冲洗液的抗菌效能从强到弱依次为4%的次氯酸钠(sodium hypochlorite)、2.5%的次氯酸钠(sodium hypochlorite)、2%的氯己定、0.2%的氯己定、枸橼酸(citric acid)以及0.5%的次氯酸钠(sodium hypochlorite)。到目前为止，没有任何一种根管冲洗液能够完全到达即无毒，能够溶解活髓和坏死牙髓组织，又能杀灭细菌，润滑以及去除牙本质玷污层，因此学者建议将次氯酸钠和其他的一些根管内冲洗液或润滑剂联合使用，如与螯合剂已二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid EDTA)或者3%的过氧化氢溶液(hydrogen peroxide)一起使用。

(2)声波和超声波能够有效地对根管进行大量的冲洗，并可对常规预备器械不能达到的根管的峡部进行清理，可作为根管化学机械预备的一种帮助。

尽管冲洗的技术看似很简单，但是潜在的严重的并发症是存在的。无论使用何种冲洗技术，冲洗液必须缓慢地进入根管内，并且针头决不能挤入根管。在操作过程中最大的危险来自于冲洗时过度的压力，由于类似于抢击作用将碎屑推出根尖孔进入根尖周组织。在使用次氯酸钠冲洗时，要避免次氯酸钠对眼睛，皮肤以及黏膜的刺激。冲洗器的针头必须预弯以便容易插入根管内并且可以防止针头过度进入根管深部，针头在根管内应该能够自由活动而不应该贴于根管壁；由于用镍钛旋转锉采用冠向下预备技术，因而根管内的空间有利于冲洗液的回流将碎屑冲出根管，为了达到更好的冲洗效果，针头应该置于尽可能去除根管内碎屑的位置，但是要记住的是针头离根尖孔越近，冲洗液被推出根尖孔进入根尖周组织的危险就越大。

二、根管充填

(一)根管充填(obturation)的目的

通过清洁和成形根管并去除牙髓组织、有机的残留物以及细菌和其代谢产物是获得成功根管治疗的基础，在此基础上进行根管的封闭以防止根管的再感染和随后的微渗漏进入根尖组织是根管治疗成功的又一重要因素。

在现代根管治疗的过程中，位于细小侧支和峡部以及牙本质小管内的细菌不能完全通过根管的化学机械预备清洁，当这些细菌及其代谢产物进入到根尖周组织时会妨碍根尖周组织的愈合修复，导致根管治疗的失败。因此，根管充填的第一个目的是将这些残余细菌填塞于根管系统内，防止残余细菌及其代谢产物从根尖孔移出到根尖周组织引起再感染；第二个目的是阻止口腔内的病原体再次进入根管内，杜绝根管系统的再次感染。此时根管治疗的重点就是根管的充填。

(二)根管充填常用的材料

临床上用于根管充填的材料有多种。Grossman将固体根管充填材料分为树脂型、固体型，水门汀型以及糊剂型。固体型材料包含了牙胶尖、银尖和塑料尖。Grossman提出了理想的充填材料应该具有以下特点：易于操作；封闭侧枝和根尖；插入根管后无收缩；无渗漏；

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

抑菌；不使牙齿染色；对根尖周组织无刺激性；X线阻射；可消毒；在进行根管再治疗时易于取出。

1. 牙胶(gutta-percha) 牙胶(gutta-percha)是最普遍应用的一种半固体型根管充填材料。来源于巴西树和马来树的一种橡胶，是聚异戊二烯的同分异构体。用于牙科充填的牙胶尖的产品的主要组成为：约20%的牙胶(getta-percha)，65%的氧化锌(zinc oxide)，10%的X线阻射剂(radiopacifiers)以及5%的增塑剂(okastucuzers)。与橡胶不一样的是牙胶不能被压缩，过度的冷压力不能使牙胶流动并且也不能改善根管充填的密闭但是能引起牙根的折裂。通过加热或溶解牙胶可以产生流动性。自然界中牙胶以两种完全不同的晶体相存在——"alpha"相和"beta"相，它们二者在特定的温度下可以互相转换。alpha相是天然存在的状态，当加热到65℃时可以溶解。如果非常缓慢冷却时，可以再结晶成alpha相；如果以常规冷却，可以在结晶成beta相。尽管这两种形式的机械性能是一样的，但是alpha相牙胶加热熔融后再冷却时的收缩比beta相小，这一特性使得在采用热凝充填技术时alpha相牙胶体积变化更稳定。

牙胶是一种惰性的生物学材料，除了能比较好地适应不规则的根管系统外，还具有毒性低，对根尖周组织刺激性小，过敏反应少的特点。另外，牙胶易于取出以利于以后桩的放入或是以后的根管再治疗。牙胶与根管之间无粘接性，因此即使使用热凝牙胶充填技术时仍然需要封闭剂以防止微渗漏。

临床上使用的牙胶尖有两种形式：非标准牙胶尖和标准牙胶尖。非标准牙胶尖是尖小体大，有多种型号，在使用时多采用热牙胶充填技术；标准牙胶尖符合ISO标准，多于冷侧压充填技术时使用。

2. 封闭剂(sealer) 无论采用何种充填技术，都应该采用封闭剂(sealer)。它与固体的牙胶尖一起使用，充填于根管和牙胶尖之间缝隙，并可充填进入侧枝根管和副根管内，进入根管峡部以及根管系统内的不规则处。Grossman提出了理想的根管封闭剂应该包含了以下几个方面：

(1) 颗粒细便于调和。具有粘接性以利于在凝固时能在封闭剂和根管壁之间提供比较好的粘接。

(2) 应该具有密封性。

(3) X线阻射，因此在牙片上能观察到。

(4) 封闭剂的粉末应该很细小，以便能够容易和液体相调和。

(5) 在凝固时不收缩。

(6) 不使牙体染色。

(7) 具有抗菌性或至少能阻止细菌生长。

(8) 凝固缓慢。

(9) 不溶解于组织液。

(10) 具有组织相容性，这意味着对根尖周组织无刺激性。

(11) 在普通溶剂内能溶解，因此在需要进行根管再治疗时能够比较容易取出；另外，根管封闭剂还应当具有不诱发根尖周组织的免疫反应以及无致癌性。

临床上常用的根管封闭剂有氧化锌-丁香酚根管充填材料(zinc oxide-eugenol formulations ZOE)、氢氧化钙根管充填材料(calcium hydroxide sealers)、碘仿糊剂(iodform

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

paste)，其代表产品是日本奈欧药业生产的 Vitapex，玻璃离子充填材料(glass ionomers)以及树脂类充填材料(resins)，其代表产品是目前在国内市场上新近推出的 AH-26(Dentsply/Maillefer，Tulsa，Okla)和 AH Plus(Dentsplu International)。但是，无论哪一种根管充填材料在其凝固前均有一定的毒性，因此要避免将其超出根尖孔。前 4 种材料教科书已有详细论述，在此主要介绍后两种根管充填材料。

AH-26 具有高的 X 线阻射，低的溶解性和收缩性以及组织相容性。它是一种环氧树脂，但是与环氧树脂又有很大的不同。它是一种胶，其主要基质是 biphenol A-epoxy，催化剂是 hexamethylene-tetramine。AH-26 含有 60%的氧化铋作为 X 线阻射剂。当其凝固时，它可释放出痕量的甲醛而具有抗菌性，同时它对潮湿环境不敏感，因此可在有水的条件下凝固。凝固的时间比较长，大约需要 24～36 小时。而在有过氧化氢(H_2O_2)存在时 AH-26 不凝固。AH-26 可用于冷侧压充填和热凝牙胶充填。

尽管 AH-26 有上述一些优点，但是仍然存在着甲醛的释放、过长的凝固时间(24 小时以上)以及对牙齿的染色等一些缺点，因此，生产厂家又推出其改进型产品 AH PLUS(dentsply international)。AH PLUS 保存了胶质里的环氧树脂并且增加了一种新的胺的物质以保持天然牙色的稳定；这种材料是糊剂-糊剂系统，其工作时间是 4 小时而凝固时间是 8 小时，膜的厚度和溶解性是普通 AH-26 的 1/2，在需要时也能从根管内去除。毒理实验研究表明。AH PLUS 的毒性小于 AH-26，它主要用于热凝牙胶充填技术。

目前市场上的封闭剂种类很多，但每种材料均有其局限性，在操作时可根据具体情况选择适合的封闭剂以提高根管充填的密闭性而获得较好的根管治疗效果。

3. 根管充填技术(techniques of obturating the root canal space) 大多数的根管充填是用牙胶尖和封闭剂充填于根管内。充填方法是根据对牙胶加压方向的不同(侧方和垂直)或者由于充填的牙胶的温度不同(冷或热)而决定。在众多的技术中有两种技术是最基本的：冷牙胶侧方加压技术和热牙胶垂直加压技术，其他的是各种热牙胶的充填技术。临床医师应该能够应用多种充填技术，因为每一个病例都是独特的，为了获得良好的结果可将操作过程根据需要进行改变。

(1) 冷牙胶侧方加压技术(leteral compaction of cold gutta-percha)：冷牙胶侧方加压技术是根管充填应用最普遍的技术。这一技术可用于大多数的临床病例同时也能根据不同的病例进行改变。但是在应用该技术进行根管充填之前，根管预备的形态必须是连续的锥度，根尖的止点应该与根尖狭窄部位一致。其基本操作过程如下：

选取短于所预备牙的根管工作长度 0.5mm 的主牙胶尖插入根管内，向根管外拉出能感到有一定的阻力，既有"回拉阻力"(tug-back)，此时可将此尖留在根管内拍摄 X 线片进一步确定。然后取出牙胶尖，蘸上封闭剂后再次插入根管内。

非标准的牙胶尖用于充填根管内留下的空隙。选择与根管长度一致的侧压器，侧压器插入到短于工作长度约 1mm 处，旋转侧压器以在主牙胶尖的侧方产生一空间放置副牙胶尖，重复该过程压紧牙胶尖直到侧压器不能再插入。

在进行侧方加压时只能施加轻微的力，因为牙胶不能被压缩，同时小于 1.5kg 的力都会造成牙根的折裂。去除髓腔内多余的牙胶，并加热垂直加压器轻轻加压牙胶到根管口下 1mm 后暂时封闭冠部，拍摄 X 线片检查，根管充填合适后即可进行冠部的修复。

(2) 垂直加压技术(warm vertical condensation)：垂直加压技术是使用加热器来加热牙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

胶后，借助与垂直加压器加压，使牙胶与根管壁更好密合，同时热牙胶具有半流动性，可以充填于根管内的侧枝根管、副根管以及根管内不规则处，达到三维充填的目的。目前在市场上有多种用于垂直加压充填技术的设备，每一种设备的技术操作要求各不相同，但是热牙胶垂直充填技术最关键的是根尖的封闭，其技术要点是主尖的选择应该是非标准的大锥度牙胶尖，锥度和形态应该与所预备的根管形态一致(图 4-17，图 4-18)。并且所选牙胶尖的长度要短于工作长度 1mm，同样要具有“回拉阻力”；试尖后通过加热去除根管内的大部分牙胶，仅仅保留根尖部分的牙胶，并用垂直加压器轻压使牙胶和封闭剂进入到根管的各部分，封闭根尖孔。如果患牙需要桩核修复，则仅充填根尖 1/3 处就可直接进行修复，如果仅仅需要进行冠的修复，就需要再进行根中 1/3 和根冠 1/3 的充填。具体充填技术可根据所选择的设备进行操作(图 4-19～图 4-21)。

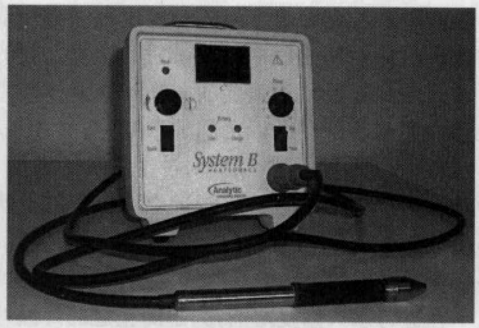


图 4-17　用于热牙胶充填的 System B

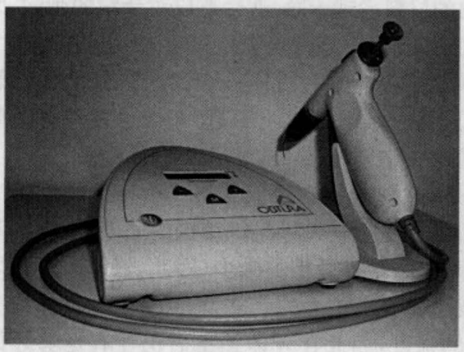


图 4-18　用于热牙胶充填的 Obtura Ⅱ

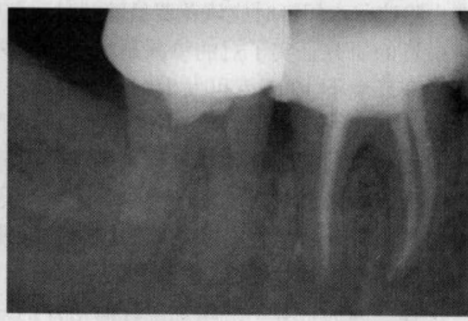


图 4-19　热牙胶根管充填后，冠修复前



图 4-20　残冠，根管治疗后



图 4-21　残冠，根管治疗后，冠修复前

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、与修复有关的牙体根管治疗中要注意的问题

无论是由于龋坏、不良修复体、冠折或是重度磨耗导致牙釉质牙本质的缺损，这些牙齿均需要进行必要的重建以保证维持它们在牙弓内的完整性。但是经过牙髓治疗的牙齿结构已经被破坏。在确定牙齿的修复过程中必须依靠良好的临床判断和经验，这其中就包括了在根管治疗前和治疗中以及最后的修复之间的修复选择。这种选择与在根管治疗后进行最后永久性修复是同等重要的。临时修复体最重要的功能是增强牙齿与唾液的隔离，以预防在治疗期间或是在约诊之间的渗漏，其次才是咬合和美观。

在治疗期间和治疗后，对冲洗液和唾液渗漏的控制是为了预防根管内的感染。而为了预防在治疗中由于冠部渗漏造成对根管的干扰，要采用橡皮障进行隔湿。同时还应考虑到尽可能地保留牙体的结构，修复体放置的位置，以及合适的临时修复体和所选择的材料也都是必须要考虑的。在需要时还要结合冠延长术以保证最后的修复体的冠缘能够合适的放置。

在进行永久修复之前，为了防止冠的渗漏，要用丁香油氧化锌水门汀或是玻璃粒子水门汀进行封闭，其厚度最少应该是 4 或 5mm，操作时要避免将这些临时修复材料推压到根管口内。另外要避免发生的问题是进行临时材料的封闭时，将材料过渡挤压到龈沟内，而造成病人术后的疼痛。而如果在进行永久修复时未能将龈沟内的材料清理干净，就会造成对牙龈的刺激，因此在去除这些水门汀时应该花费足够的时间彻底清理干净，尤其是位于龈沟内的水门汀。

最近的研究证实了冠的渗漏是根管治疗失败的主要原因之一，一个封闭良好的根管暴露在唾液环境下 19 天就可发生细菌的渗入，甚至临时水门汀封闭的冠 90 天也发现有细菌的渗漏，因此治疗结束后要尽可能早地进行冠的永久修复。

根据病人的需要选择修复体是最佳的。但是，这种选择必须依据每一个特殊的病例决定。前牙进行修复时对功能的要求就不如后牙；后牙由于丧失了组织结构的完整性，特别是边缘嵴的丧失导致了在行使功能时咬合接触所需要的接触面积的减少，因此，修复时这些牙齿就具有不同的修复要求，在考虑采用冠修复或是需要桩核冠的修复，均需要根据具体情况进行选择。因为桩并不能增加经牙髓治疗的牙的强度，因此在牙体预备后仍在有足够牙体组织存在时就可以不辅以桩核修复。

无论选用何种材料或何种类型的桩核进行修复时，桩的直径不能超过根管直径的 1/3，增加了桩的直径并不能增加桩在根管内的固位力。临床研究证实了插入根管内的桩的长度应该等于或大于牙冠的长度，根管治疗的目的之一是封闭根管系统的根尖区域，因此应该在根尖区保留 4～5mm 的充填材料。但这并不能作为“安全”界限，因为如果没有桩核和冠的良好的封闭，细菌及其代谢产物也能渗入这些牙胶再次感染根管系统和根尖周组织，根据根管的长度宽度和弯曲度，根尖处保留的牙胶的厚度是可以改变的。

第二节　修复前牙周治疗

牙周的健康和牙修复体之间的关系是密切的和不可分割的，为了维持修复体的长期存在，牙周组织必须是健康的，以保证所修复的牙能够维持在牙列内。牙周病医学与口腔修复学之间的关系是非常动态而富有变化的。理想的修复治疗应该是软组织损伤少，保障牙列

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的长期完整性，为患者提供健康的口颌系统。一些牙周病的患者需要结合修复治疗，而健康的牙周组织能为修复打下良好的基础。

一、修复前的牙周评估

牙周检查评估包括了患者的 X 线片的检查，通过这一检查，可以观察牙槽骨是否有吸收或吸收的程度，当牙槽骨吸收达根长的 1/3 时，则不应考虑该牙作为修复基牙。另外还要注意牙龈状态（色形质）的检查以及牙周的探诊检查。牙周探诊的检查包括了探诊深度、附着水平、探诊后出血、龈下牙石以及根分叉病变的探查。由于影像的重叠，X 线的表现往往比临床牙周探诊显示的病变程度轻。

在进行修复治疗之前，活动性的牙周疾病必须给予治疗。如果牙周疾患没有得以诊断患牙没有得以治疗，则修复的牙可能发生松动脱落，影响修复的结果。修复的牙必须是无牙周炎症和牙周袋，没有任何膜龈结构受到波及，牙龈的颜色质地以及形态正常，无出血，牙周探诊无过深的牙周袋（≤4mm），牙齿无松动，无咬合创伤，牙周的外形和形态可以适应良好的功能和美容修复。

二、修复前牙周治疗的必要性

（1）由于在经过牙周治疗后覆盖修复体的牙龈会退缩。为了确定合适的修复体的龈缘，因此在修复前必须要建立健康和稳定的牙龈边缘。

（2）牙周组织的炎症削弱了基牙的功能，使得应该提供对牙周组织的有利的功能性刺激变成了创伤性的刺激，缩短了修复体和基牙的寿命。

（3）经过牙周治疗的牙齿的位置会发生变化。在修复后再进行牙周治疗就会导致松动的牙齿回到原来的位置而造成创伤合。

（4）在有炎症的牙齿上进行修复，再经过治疗后牙龈退缩导致间隙增大，使得菌斑的堆积在基牙和修复体上而造成新的牙周的损害。

（5）松动牙会造成病人的咀嚼功能受到影响，而影响修复体行使正常的功能。

三、牙周治疗的目的

牙周治疗并不局限于单纯去除牙周袋和建立正常的牙龈。这种治疗也包括了创造一个好的膜龈环境，为适合单个牙和固定以及活动修复体的需要提供一个良好的骨外形。对无法保留的牙要及时拔除，在牙周治疗两个月后可以考虑进行修复。

牙周治疗包括了牙周的基础治疗和手术治疗。在进行手术治疗之前必须进行牙周的基础治疗。大约有 80%以上的患者经过基础治疗后即可得到较好的临床结果。

（一）牙周基础治疗

基础治疗的主要目的是控制活动性的牙周疾病。基础治疗的目的是控制菌斑，它包括了龈上洁治术和龈下刮治术及根面平整术。对于有咬合创伤的基牙要进行调和，有急性炎

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

症的要辅以药物治疗。在基础治疗结束后，患者的牙周的活动性的破坏得以控制，消除急性牙周炎症，牙龈组织进一步恢复接近自然状态，为进一步的修复创造了良好的口腔环境。在去除了导致牙龈炎症的病理性因素后1～2周内牙龈可以恢复到健康的状态。因此在基础治疗阶段，菌斑的控制，牙石的去除以及不良修复体的矫正是非常重要的。

1. 龈上洁治术(supragingival scaling) 是指用洁治器械将龈上的牙石、菌斑和牙面上沉积的色素去除，并进行牙面的抛光。这是对牙周病患者进行清除牙石及菌斑的第一步，也是常规牙周保健的基础，是牙周定期维护的重要手段。在任何修复体制作之前，龈上洁治术是必要的准备。在进行洁治术之前，一定要教育患者学会自我控制菌斑的方法。

洁治的方法可以使用超声洁牙机(ultrasonic scaler)或者手动器械来进行。目前市场上有着各种超声仪器，每个医师可以根据自己的习惯或需要进行选择。在使用超声器械进行洁治时所用的是一种轻柔的接触和压力，要使超声的工作尖与所洁治的牙面平行，并且不停地移动，如果工作尖在一个位置停留过久或是将工作尖直接贴在牙面上就会损伤牙面。洁治结束后要进行抛光处理，清除残留于牙面上的细小的不洁物并使牙面光滑，延缓菌斑的再附着。

手动的洁治器械又称为洁治器(scaler)，包括了镰形(sickle)和锄形(hoe)两种。操作时采用改良握笔法握持洁治器，要使拇指、食指和中指构成一个三角形力点，达到既能稳固地握持器械，同时又能灵活转动器械；以中指或无名指作为支点以保证操作的稳定。除了保证操作的稳定之外，要避免在操作时损伤牙龈组织。

2. 龈下刮治术及根面平整术(subgingival scaling and root planning) 龈下刮治和根面平整术比龈上洁治术的操作更复杂和困难。这是因为龈下牙石通常比龈上牙石硬并且经常位于根面的不规则处，使其更黏附于根面，在去除是更困难。进行龈下刮治术和根面平整术的目的就是要在是在龈上洁治术后采用更精细的器械去除附着那些位于牙周袋内的龈下的牙石和菌斑，同时将受到细菌毒素侵袭污染的牙根面的牙骨质去除。通过龈下刮治和根面平整术形成一个光滑、清洁并且坚硬的具有生物相容性的根面，以利于牙周附着。临床上这两者只是一种治疗而两种不同的程度在同一过程中完成。

(1) 超声龈下刮治术(ultrasonic subgigival scaling techmique)：随着超声器械的发展，我们建议在进行根面平整术前应该先行使用超声龈下的刮治方法进行龈下刮治2周后观察牙龈变化的情况后再决定是否继续采用手动的龈下刮治术和根面平整术。随着技术的进步和发展，目前的超声洁牙机已经带有进行超声龈下刮治的功率，如塞特力公司的P-Max，这款机器配有不同的工作尖以利于进行龈下刮治，在使用时只要选择仪器所设定的功率即可(图4-22～图4-28)。同样在操作时用改良握笔式握持，固定支点，工作尖要与根面平行，不要施加过大的力，动作要快速、有重叠，方向是从根方向冠方移动，切忌在根面的一个地方停留过长或是工作尖的尖端垂直于根面而造成根面的粗糙和凿孔。对于轻度牙龈炎的患者，通过良好的龈上洁治术和龈下刮治术后牙龈即可恢复正常。对于有牙周炎的患者，在修复术前则一定要进行根面平整术。

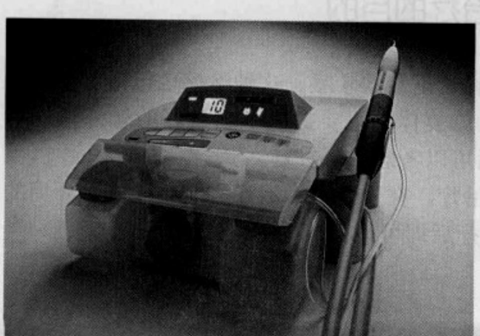


图 4-22 P-Max2 超声洁牙机

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注


图 4-23　用于前牙的 H1 工作尖

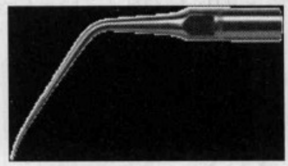
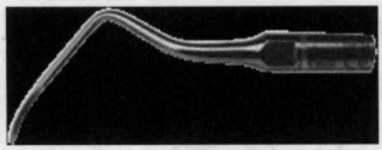
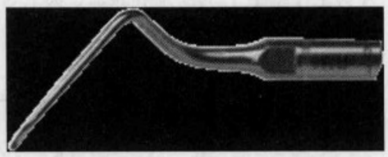

图 4-24　用于后牙的 H2L 工作尖


图 4-25　用于后牙的 H2R 工作尖


图 4-26　用于前牙的 H3 工作尖，表面无金刚砂

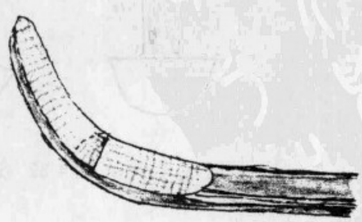

图 4-27　用于后牙的 H4L 工作尖，表面无金刚砂


图 4-28　用于后牙的 H4R 工作尖，表面无金刚砂

(2) 龈下刮治和根面平整技术(subgingival scaling and root planning technique)：龈上刮治术和根面平整术往往在一个治疗过程中完成。在仔细地分析了病人情况后，应该评估出需要几次能完成这一治疗。对于仅有少数牙石和相对健康的牙周组织可以考虑一次完成。从临床角度出发，大多数患者需要数次才能完成这一治疗。临床医师要基于以下几度进行综合考虑：口腔内牙齿的数量、严整的程度、牙石的数量和位置、牙周袋的深度和获得性(洁治后的变化)、根分叉受侵袭的情况、病人对于病情的理解和口腔内自我菌斑控制情况，并且要在局麻下进行操作。有学者提出，龈下刮治术和根面平整术在一次或两次完成比分为四个象限进行效果好，因为它尽可能减少了整个口腔受到前一次治疗的影响。

目前用于龈下刮治和根面平整的器械主要是匙形刮治器(curettes)，在刮治器的刀的两个侧面上的工作末端都有切割刃，两侧缘在末端汇合形成圆形的顶端。从横断面上看，刮治器是带有一个凸面底的半圆形，工作端能够很好地与牙根面贴合，因此能够在损伤最小的情况下进入深的牙周袋内(图 4-29)。

目前，市场上的刮治器主要有专用型刮治器(area-specific curettes)和通用型刮治器(universal curettes)。专用型刮治器是以 Gracey 刮治器(图 4-30)为代表的。Gracey 刮治器和它的一系列的改良型，用于龈下刮治和根面平整术最好的刮治器，因为它们提供了能够适应复杂牙根的解剖的变化。这类刮治器是一整套专为适应特殊的牙列的解剖角度而设计的，它的工作端只有一个工作刃，并且工作面有一个 70°的角度，只适应


图 4-29　刮治器的基本特征示意图
匙形的刀和圆钝的尖

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

牙齿某一特定的区域(图 4-31)。Gracey 刮治器所适应的牙:

Gracey #1-2 和 3-4:前牙。

Gracey #5-6:前牙和前磨牙。

Gracey #7-8 和 #9-10:后牙的颊面和舌面。

Gracey #11-12:后牙的近中面。

Gracey #13-14:后牙的远中面。

Gracey 刮治器还有许多改进型号,使用者可以根据具体情况选用。

通用型刮治器:它与 Gracey 不同的是有两个工作刃,从刀的起点到尖端通用型洁治器向一个方向弯曲,从尖端的横断面来看,两个工作刃构成的工作面与器械颈部最下端的角度是 90°。这种颈部和工作端的角度不同是为了能够适应不同等区域的治疗(图 4-32)。

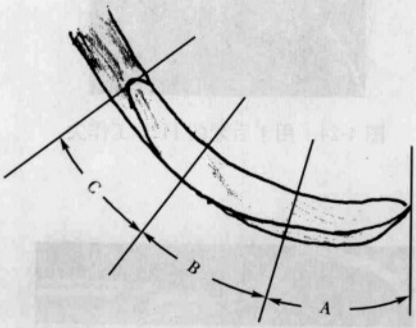


图 4-30　Gracey 刮治器工作端可分为三等份,A 为工作端下 1/3,B 为中 1/3,C 为上 1/3,与柄部相连

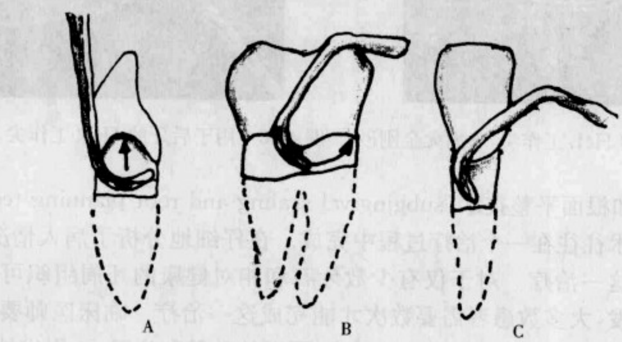


图 4-31　Gracey 刮治器工作时与牙面接触示意图

A. 垂直刮治时,工作端中 1/3 和下 1/3 与牙面接触,B. 倾斜刮治时,工作端下 1/3 与牙面接触,C. 水平刮治时,工作端中 1/3 和下 1/3 与牙面接触

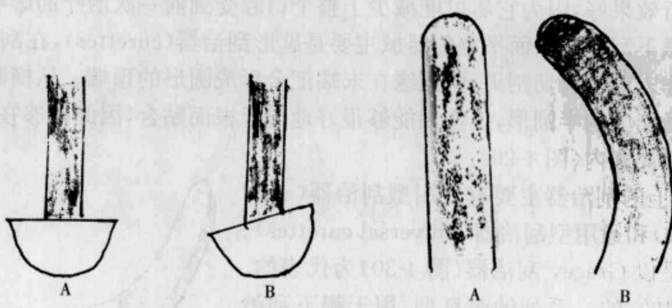


图 4-32　通用型和专用型刮治器工作端比较

A 为通用型,B 为专用型

但是,不管选择何种型号的洁治器,其基本的操作都是一样的。要根据所刮治的牙位的不同正确选择器械,操作时用前面提到的改良握笔法握持器械,并且一定要建立牢固的支

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

点，而且通常要用口内支点；可以根据实际操作时变化体位以求获得最佳的操作效果。

使用超声器械应该注意以下几个问题：为了防止患者之间的交叉感染和院内感染，在治疗中对待每一位患者应该采取一致对待（universal precution）的原则来处理，遵循无菌原则，要采取感染控制措施。对已知的有传染性疾病如结核、乙肝抗原阳性以及 HIV 阳性的患者必须禁用洁牙机。对佩戴有一般心脏起搏器的患者禁用洁牙机，由于新型心脏起搏器有屏蔽功能不受超声洁牙机的干扰，对于这类患者可以使用。对于种植牙的患者，在使用超声洁牙机时，必须使用塑料工作头或是使用表明覆盖有聚四氟乙烯的超声工作头，以防金属工作头损伤钛种植体表面结构。

（二）修复牙周外科

牙周和修复治疗必须满足病人的美学的要求。一个稳定的健康的牙龈边缘和临床牙冠的合适的暴露时冠预备前必须得的条件。如果修复过程需要解决膜龈缺陷（如附着龈过窄、前庭沟过浅或是系带过高等）的问题，那么在修复开始前就应该完成膜龈的成形手术；或者如果没有足够的冠长作为修复冠的固位，修复体冠的边缘就有可能深入到上皮结合和结缔组织附着，导致牙龈炎症和继发的骨组织丧失，当发生这种情况时需要进行冠延长术。此时的治疗的目的并不是治疗牙周疾病而是为了保证美观、修复进行的口腔的准备。这种外科手术就叫做修复牙周外科（reatorative periodontal surgery）。

1. 膜龈手术（mucogingival surgery）　通常由于牙龈炎症的影响导致膜龈缺损和需要在该处进行修复的病人需要进行游离软组织瓣的修复-膜龈手术。这是仅涉及牙周的软组织的牙周整形外科（preprosthetic periodontal surgery），至少应该在修复前 2 个月进行。这一时间可以保证游离龈的修复，以防止佩戴修复体后临床炎症的复发。

膜龈手术的最终目的是：

（1）增加附着银的宽度：达到增加龈缘周围的菌斑的去除；改善美观；减少修复牙的炎症的目的。

附着龈的宽度是从龈缘嵴到膜龈联合的距离减去龈沟的深度。这一宽度在不同的个体和同一个体不同的牙上是不同的，一般在 1～9mm 之间；它并非是角化龈的同义词，因为后者包括了游离龈。附着龈过窄时易受附近牙槽黏膜和肌肉的牵拉导致牙龈与牙面分离使根面暴露，而附着龈的增宽可以提高游离龈和周围龈组织的稳定，有利于口腔卫生和菌斑的控制，放置修复体后仍维持该处牙龈的健康。如果用软毛牙刷依然能够进行良好的口腔清洁，即使无附着龈良好的口腔卫生也能够使该处维持健康，同时对义齿佩戴无影响时，可以不考虑手术。

（2）解决前庭沟过浅的问题：牙龈退缩迫使龈缘根向移位，使得前庭沟变浅，影响口腔卫生的保持并导致义齿佩戴问题，因此也需要通过手术加深前庭沟。

（3）解决系带肌肉附着：如果位于龈缘的系带干扰了菌斑的除并且由于系带的张力导致龈沟裂开，就要考虑手术来矫正不良的系带或肌肉附着的异常问题。

在实际临床工作中，可以根据具体的情况来选择以下的手术：游离龈移植术（free gingival graft）、侧向转位瓣术（laterally positioned flap）、上皮下结缔组织移植术（subepithelial connective tissue graft）以及系带修整术（frenotomy and frenectomy）等。

2. 冠延长术（Crown-lengthening procedures）　从临床角度来看，患者很难维持冠的边缘没有菌斑或是细菌。由于龋坏或是牙折断的边缘较深临床牙冠不足以使修复体获得足够

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的固位时，或是由于临床牙冠过短时，均应该采用牙周外科手术来增加临床牙冠的长度，这种方法可以使医生制作的修复体能够到达合适的作为牙冠固位的区域而不需要将冠的边缘深入到牙周组织内，这就涉及生物学的宽度(biologic width)的问题。生物学宽度是指位于牙槽嵴上方的附着于根面的结合上皮和结缔组织宽度，它是健康牙龈所占据的空间距离，这个距离就称为生物学宽度(图 4-33)。

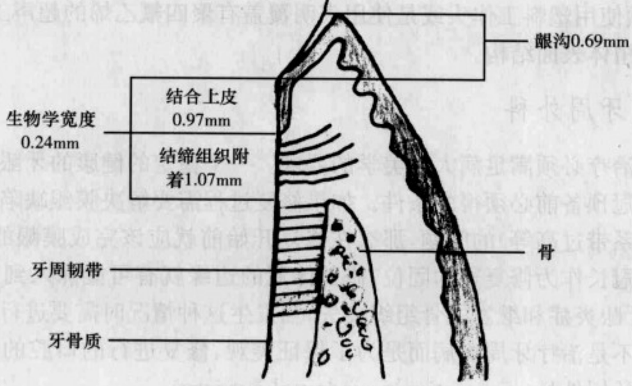


图 4-33　生物学宽度示意图

研究表明，结缔组织附着和结合上皮的平均长度分别是 1.07mm 和 0.97mm，因此生物学的宽度大约是 2mm。健康龈沟冠到未附着于牙面的结合上皮的平均深度大约是 0.69mm。通常生物学的宽度保持恒定。如果临床牙冠的长度不够而要使修复体获得足够的固位，就可能将修复体的边缘深入到这个区域，这样做会产生两个问题，一是牙槽嵴将被吸收并且牙龈退缩以重建这个生物学的宽度，这往往发生在围绕牙齿的牙槽嵴较薄的情形下；另一个就是牙龈的炎症和牙周袋的形成(图 4-34)。通过手术暴露出合适的临床牙冠的边缘以防止修复体的冠缘侵入生物学的宽度叫做冠延长术(crown lengthening surgery)，它不仅涉及了软组织的切除，更重要的是需要去除部分的牙槽嵴以保证临床牙冠的长度。这意味着牙齿的支持骨将被去除。这是一个保留重度破坏的经根管治疗后的牙的辅助手段，它不仅保证了合适的修复体的强度，同时也建立了一个好的附着牙周组织的生物学关系，保证了牙周组织的健康。修复体边缘的根尖的方向和牙槽嵴之间的距离最少应为 3mm，当冠缘和牙槽嵴之间的距离不够时则意味着所完成的修复体在牙周组织内放置的位置过深因而易引起炎症和牙周袋的形成。一般冠延长术后的修复时间是在术后 6～8 周。

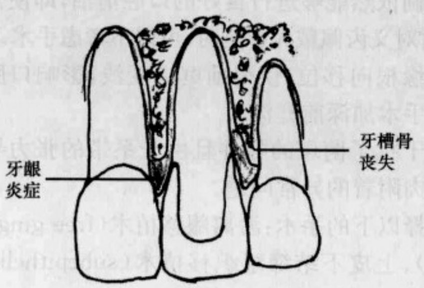


图 4-34　生物学宽度不足时，
牙龈炎症或牙槽骨丧失

在临床工作中由于龋坏或是牙的折裂修复缺损达龈下，使得缺损的边缘具牙槽嵴顶的距离小于生物学的宽度而影响修复的远期疗效。这使得冠延长手术的必要性变得比较迫切，在这我们简单地介绍该手术方法。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

手术方法：外科手术的目的是在游离龈上1～2mm或以上建立一个良好的牙本质边缘，由于正常的龈沟深度是1～2mm，因此牙本质边缘应该位于牙槽嵴顶上3mm；另外术前要消除牙龈炎症，进行口腔卫生指导，教会患者控制好菌斑。

（1）切口：首先确定龈下断端的位置，切口的位置决定了未来龈缘的外形和位置，同时要考虑到与邻牙位置的协调关系，当附着龈过窄时要注意保留角化龈，在近龈处切口同时通过根向复位瓣到达所确定的位置。一般应该包括需要手术牙的近远中的两个邻牙。可采用内斜切口，直至牙槽嵴顶。

（2）翻瓣：用骨膜分离器翻开黏骨膜瓣，充分暴露术区。刮除邻面及颊（唇）舌（腭）侧龈组织领圈及周围肉芽组织。

（3）骨修整：在进行骨修整时要充分考虑到以下几个因素：为了满足生物学宽度而需要暴露的牙根量；骨去除后未来修复牙的冠根比例是否合适；邻面区域骨切除时要使用小钻针；最后要形成良好的骨外形，通过骨成形术和骨切除术来达到以上的目的。

（4）根面平整：彻底清除附着于根面上的牙周膜纤维和残余的肉芽组织。

（5）术后护理：术后保持口腔卫生，用复方氯已定液含漱；对于术区过大者可以考虑用3天抗生素。过去提倡使用用牙周塞治剂保护术区，现在有学者提出可以不用。术者可以根据具体情况决定是否使用牙周塞治剂。

由于冠延长手术的开展，临床上保留残根及残冠的可能性得以增大，但在进行手术之前对于残根残冠的保留价值及可行性一定要认真分析。同时要考虑到以下几个因素：

1）龋坏或根折至龈下的深度。

2）断端与牙槽嵴的关系，即断端是否低于牙槽嵴过多，一般认为超过根中1/3时就不宜手术。

3）牙槽嵴本身的高度以及所涉及的邻牙的美观等等。如果选择正确，冠延长术具有稳定和快速的结果，有利于残冠残根的修复，并有利于保持修复牙的牙周组织的健康，使患者得以最大限度的保持牙列的完整性。

（田慧颖）

参考文献

欧阳翔英．2004．有助于残根修复的牙冠延长术．中华口腔医学杂志，39(3)：205～207

Arora RK，Gulabivala K．1995．An in vivo evaluation of the Endex and RCM Mark Ⅱ electronic apex locators in root canals with different contents．Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod，79：497

Baumgartner JC，Cuenin PR．1992．Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation．JOE，18：605

Block RM，Lewis RD，Sheats JB et al．1977．Antibody formation to dog pulp tissue altered by N2-type paste within the root canal．JOE，8：309

Block RM．1978．Cell-mediated response to dog pulp tissue altered by N2 paste within the root canal．Oral Surg，45：131

Bonetti Filho J．1998．Microscopic evaluaton of three endodntic files pre-and postinstrumentation．J Endod，24：461

Burch JG，Hulen S．1984．The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root．Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod，34：262

Busslinger A，Sener B，Barbakow F．1998．Effects of sodium hypochlorite on nickel-titanium Lightspeed instruments，Int Endod J．31：290

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Bystrom A, Sundquist G. 1986. Bacteriological evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodntic therapy. Oral Surg, 55:307
Cceson TJ. 1998. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus Porfile. J Endod, 24:18
Davarpanah M, Jansen CE, Bidjak FM et al. 1998. Restorative and periodontal consideration of short clinical crowns. Int J Periodontics Restorative Dent, 18:424～433
Drake DR. 1994. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. J Endod, 20(2):78
Gargiulo A, Wentz F, Orban B. 1961. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. J Periodontol, 31:261
Grossman LI. Endodontic practice. 10th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1982. 297
Harnden DG. 1981. Tests for carcinogenicity and mutagenicity. Int Endod J, 14:35
Hinrichs RE, Walker WA, Ⅲ, Schindler WG. 1998. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instruments systems. J Endod, 24:102
Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LS. 1996. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 81:596
Kuttler Y. 1955. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc, 50:544
Lauper R, Lutz F, Barbakow F. 1996. An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators. J Endod, 22:260
Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G et al. 1999, Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin based root canal sealer AH PLUS. JOE, 25:109
Ounsi HF, Hadad G. 1998. In bitro evaluation of the reliability of the Endex electronic apex locator. J Endod, 24:120
Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. 1971. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. J Can Dent Assoc, 8:305
Pitts DL, Matheny HE, Nicholis JIl. 1983. An in vitro study of spreader loads required to cause vertival root fracture during lateral condensation. J Endodon, 9(12):544
Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. 1997. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. J Endod, 23:77
Quirynen M, Mongardini C, de Soete M et al. 2000. The role of chlorhexidine in the one-stage full-mouth disinfection treatment of patients with advanced adult periodontitis. Long-term clinical and microbiological observations. J Clin Periodontol, 27(8):578
Rosenberg E, Garber D, Evian C. 1980. Tooth lengthening procedures. Comp Cont ED Gen Dent, 1:161
Schilder H. 1974. Cleaning and shaping the root canal, Dent clin North AM 18(2):269
Serene TP, Adams JD, Saxena A. 1995. Physical tests, in nickel-titanium instruments: application in endodontics. St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica
Siqueira JF Jr, Batista MM, Fraga RC et al. 1998. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. JOE, 24:414
Skillen WG. 1930. Why root canals should be filled to the dentinocemental junction. J Am Dent Assoc, 17:2082
Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. 1974. Biological effects of dental materials: Ⅲ. Toxicity and antimicrobial effects of endodontic antiseptics in vitro. Oral Surg, 55:856
Stabholz A, Rotstein I, Torabinejad M. 1995. Effect of preflaring on tacile detection of the apical constriction. J Endod, 21:92
Sunada I. 1962. New method for measuing the length of the root cnal. J Dent Res, 41:375
Suzuke K. 1942. Experimental study on ionophoresis. J Jpn Stomatol, 16:411
Torabinejad M, Kettering JD, Bakland LK. 1979. Evaluation of systemic immunological reactions to AH-26 root canal sealer. JOE, 5:196
Trepagnier CM, Madden RM, Lazzari EP. 1997. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. JOE, 3
Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. JOE 1988;14:346
Walton RW, Torabinejad M. 2002. Principlesand Practice of Endodontics. Philadelphia: WB Saunders

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第五章　口腔硬软组织的修整手术

口腔硬软组织修整手术的主要目的是在制作及配戴义齿前，通过手术来矫治牙槽嵴骨组织及周围软组织的畸形，为后期的修复创造良好的口腔条件。手术根据不同的部位、组织分以下几种。

第一节　牙槽骨修整术

牙槽骨修整术(alveoloplasty)目的在于去除牙槽骨上各种妨碍义齿就位及稳定或容易引起义齿基托压痛的尖突畸形、倒凹、锐利骨嵴等。由于上颌牙槽骨前突影响美观或妨碍义齿排牙，或下垂使上下颌间隙过小也需要手术修整。

形成牙槽骨不规整的原因有：拔牙手术时损伤过大，特别是颊侧骨板骨折时，会造成牙槽骨的尖突、锐缘；由于拔牙时间不同，或虽同时拔牙，但各部位骨吸收速率不同，造成牙槽骨吸收差异，形成牙槽骨高低不平；由于解剖位置关系，各部位牙槽骨密度及体积不一，拔牙后会形成局部肥厚或过度吸收。

（一）术前准备

(1) 以拔牙术后1个月以上，拔牙创已基本愈合时施术为宜。亦可视临床需要及牙槽骨吸收改建情况与拔牙术同时进行或择期进行。

(2) 检查骨尖、骨突的部位、形态、范围，确定手术切口类型及范围。

(3) 术前漱口，保持口腔清洁。

（二）麻醉

视手术范围及部位，采用局部浸润或阻滞麻醉。

（三）体位

患者取坐位或仰卧位。

（四）手术步骤

(1) 切口：单个骨尖可用弧形、直线形或角形切口；骨尖较大或较多时可用基底在前庭沟的梯形切口，切开时应深达骨膜，范围以翻起黏骨膜瓣后能充分显露骨尖为宜，不应过大。

(2) 剥离并翻起黏骨膜瓣：以薄而锐的骨膜分离器进行，动作应轻柔，避免撕裂黏骨膜瓣。

(3) 修整骨面，以咬骨钳咬平或骨凿凿去骨尖，骨锉锉平，去骨过程中凿骨应沿近远中方向进行，并及时调整骨凿方向，避免去骨过多，注意保持牙槽嵴高度及宽度。

(4) 将黏骨膜瓣复位，以手指检查修整效果，清除碎骨，冲洗术野，间断缝合或连续锁边缝合(图5-1～图5-3)。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

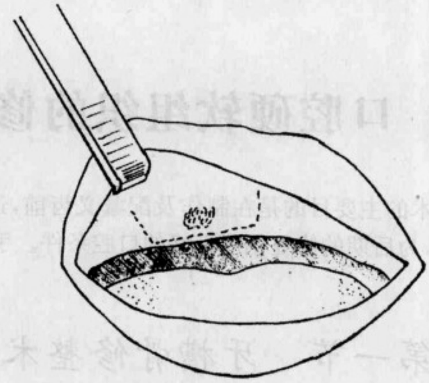


图 5-1 切口设计

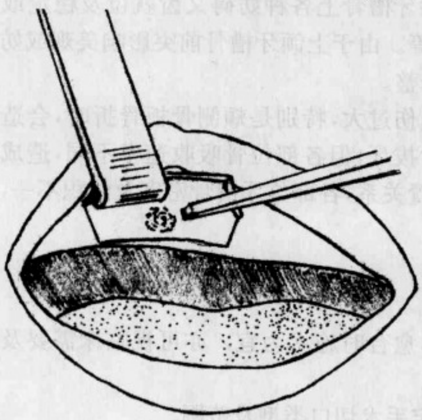


图 5-2 翻瓣、去骨

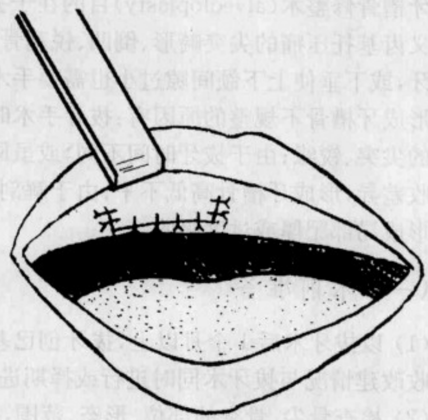


图 5-3 缝合后

（五）术后处理

（1）软食 1 周，漱口以保持口腔清洁。

（2）7～10 天拆线。

（3）创伤较大时可予以抗生素预防感染。

第二节 下颌隆突修整术

下颌隆突(Mandibular torus)位于下颌尖牙及前磨牙的舌侧，可见于单侧或双侧，数目不一，可为单个或多个，有时形成弥漫性舌侧突起，范围可从尖牙舌侧直至第二磨牙舌侧。局限性下颌隆突多无自觉症状，一般不需处理。当骨隆突较大影响义齿就位或固位，并引起义齿基托压痛，或妨碍舌体运动，则需行修整手术(excision of Mandibular torus)。

（一）术前准备

仔细检查骨突的部位、大小，以确定手术切口类型及范围。注意表面黏膜状态，厚度等。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

术前漱口，保持口腔清洁。

（二）麻醉

下齿槽神经单/双侧阻滞麻醉或辅以浸润麻醉。

（三）体位

坐位或仰卧位。

（四）手术步骤

(1) 切口为基底在口底方向的梯形切口，牙槽嵴切口宜偏向舌侧，纵切口位置不宜过低，以防止术后口底水肿。

(2) 切开并向舌侧翻起黏骨膜瓣，显露骨隆突。

(3) 用骨凿、咬骨钳去除骨隆突，范围大者也可用来复锯去骨。去骨后以骨锉平整骨面，冲洗术野，黏骨膜瓣复位，间断缝合(图 5-4～图 5-6)。

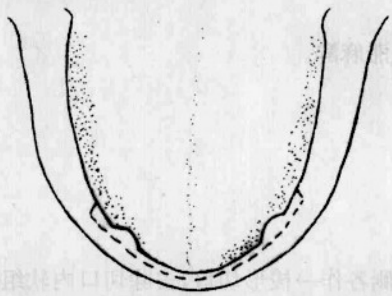


图 5-4　切口设计

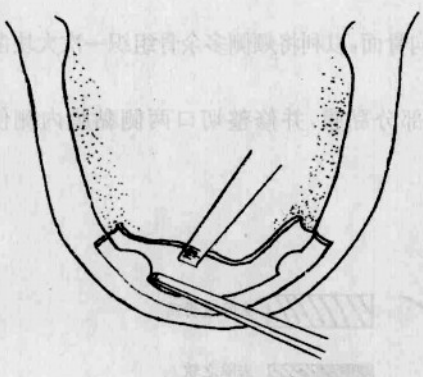


图 5-5　翻瓣、去除骨隆突



图 5-6　缝合后

（五）术后处理

(1) 软食 1 周，漱口以保持口腔清洁。

(2) 7～10 天拆线。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(3) 创伤较大时可予以抗生素预防感染。

第三节　上颌结节肥大修整术

上颌结节特别发达,以至于填塞颊间隙或形成骨性倒凹,影响义齿就位或上颌结节下垂,局部颌间距离减小,影响义齿排牙及就位,影响下颌磨牙后垫区基托伸展时均应行上颌结节修整术(excision torus)。

(一) 术前准备

术前行X线检查,以明确上颌结节是骨性肥大还是纤维性肥大;是否有上颌窦低垂,是否含有第三磨牙阻生,以利术前制订及选择相应的手术方案。不是非常肥大的上颌结节,仅需单侧修整,此时便于设计就位道,并利于义齿固位。

术前漱口,保持口腔清洁。

(二) 麻醉

浸润或上齿槽后神经阻滞麻醉。

(三) 体位

坐位或仰卧位。

(四) 手术步骤

(1) 上颌结节颊侧及腭侧各作一梭形切口,去除切口内软组织直达骨面,然后沿牙槽嵴正中作直切口或"L"形切口,暴露上颌结节,大小以显露上颌结节为宜,不可过大。

(2) 剥离并翻起黏骨膜瓣,显露骨隆突。

(3) 去骨时骨凿平放于结节颊侧,凿斜面背向骨面,以利将颊侧多余骨组织一次大块凿除。

(4) 锉平骨面,冲洗碎屑,间断缝合。

(5) 去骨较多时,需在黏膜切口边缘剪除部分黏膜,并修整切口两侧黏膜内侧使其等厚,以利黏膜面缝合平整(图5-7～图5-9)。

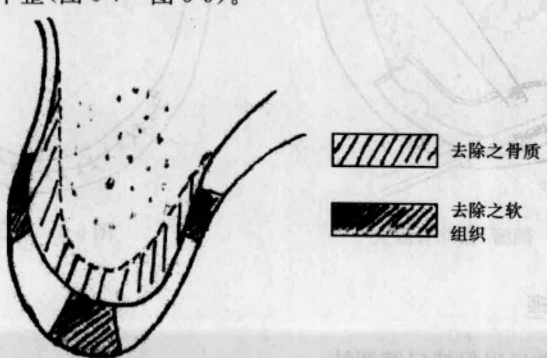
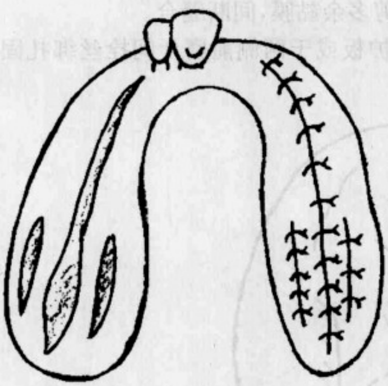
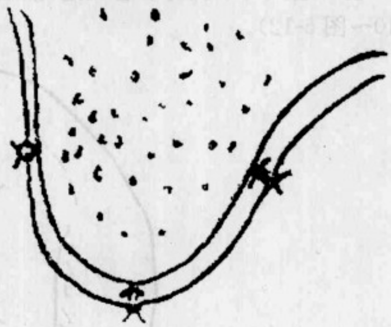


图 5-7　术中拟去除之软组织与骨组织

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注


图 5-8　拟去除之软组织与切口缝合后


图 5-9　缝合后断面图

（五）术后处理

(1) 漱口以保持口腔清洁。
(2) 7～10 天拆线。
(3) 创伤较大时可予以抗生素预防感染。

第四节　腭隆突修整术

腭隆突(palatal torus)是发生于硬腭正中部的颌骨局限性发育畸形,表现为局限的卵圆形凸起,质地坚硬,表面光滑,黏膜正常,当其影响义齿就位和(或)固位,并已排除颌骨囊肿及肿瘤时,常需行腭隆突修整术(excision of palatal torus)。

（一）术前准备

(1) 术前行 X 线检查,结合临床排除膨胀性骨组织疾病如颌骨囊肿、成釉细胞瘤等。
(2) 术前漱口,保持口腔清洁。
(3) 术后需压迫固定者,提前制作腭护板。

（二）麻醉

局部浸润或鼻腭神经及腭前神经阻滞麻醉。

（三）体位

坐位或仰卧位。

（四）手术步骤

(1) 小的腭隆突,切口可为直线,骨隆突较大时可采用双“Y”形切口,深达骨面,切开后向两侧翻起黏骨膜瓣,充分显露术野,注意避开硬腭部神经血管。

(2) 以骨凿分层去除骨隆突,并以骨锉锉平,避免去骨过多以防穿通鼻腔或上颌窦腔。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(3) 清除骨屑，冲洗术野，黏骨膜瓣复位，修剪多余黏膜，间断缝合。

(4) 伤口过大时以碘仿纱卷压迫，然后戴腭护板或于两侧前磨牙间拴丝绑扎固定敷料（图 5-10～图 5-12）。

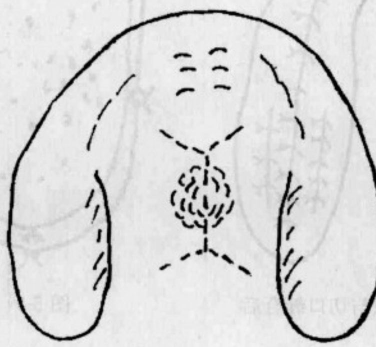


图 5-10 切口设计

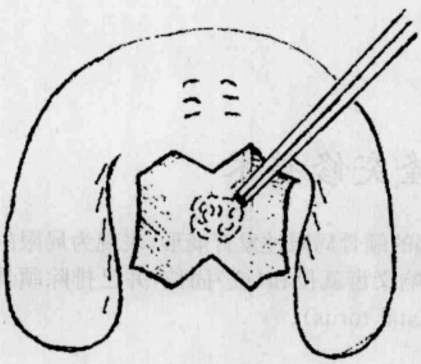


图 5-11 翻瓣、修整骨隆突

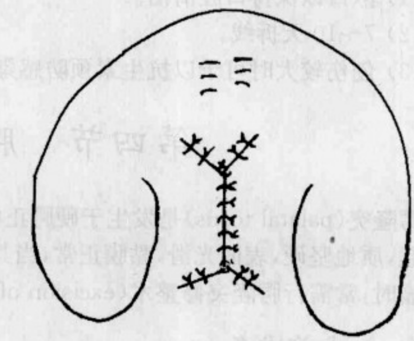


图 5-12 缝合后

(五) 术后处理

(1) 软食 1 周，漱口以保持口腔清洁。

(2) 7～10 天拆线。

(3) 创伤较大时可予以抗生素预防感染。

第五节 唇颊沟加深术

唇颊沟过浅常发生于下颌，常由于牙周炎患牙牙槽骨过度萎缩或拔牙后牙槽嵴过度吸收造成部分或全下颌牙槽嵴过低，此种唇颊沟过浅，局部黏膜及软组织正常。炎症、外伤也可以使局部组织缺损、瘢痕挛缩使唇颊沟变浅。或者肌肉附着于下颌骨的位置过于接近牙槽嵴顶，使唇颊沟相对过浅。唇颊沟过浅严重影响义齿固位及稳定，有时甚至不可能制作义齿，故需行唇颊沟加深术（Labio-buccal sulcus extension）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

本方法利用唇颊黏膜或牙槽突黏膜制作黏膜瓣，向龈沟底方向翻转缝合，或制取游离组织瓣移植于前庭沟底加深唇颊沟，达到相对增高牙槽嵴的目的。其缺点在于，对于过度萎缩的牙槽嵴，由于颏孔位置的关系，为避免伤及神经、造成术后下唇麻木，不易获得理想的前庭沟加深效果。而且黏膜瓣缝合困难，术后疤痕挛缩明显，转瓣法遗留较大创面。近年来学者们纷纷研究采取不同方法，实际增加牙槽嵴高度，已获可观进展。

(一) 术前准备

(1) 术前漱口，保持口腔清洁。
(2) 检查牙槽嵴高度、前庭沟深度、肌肉附着情况、颌骨及相关骨性标志点位置。
(3) 检查黏膜量是否足够，黏膜下有无瘢痕组织。
(4) 备好固定用橡皮管或基托。
(5) 如需植皮做好游离植皮相关准备。

(二) 麻醉

局部浸润或阻滞麻醉。

(三) 体位

仰卧位。

(四) 手术步骤

1. 唇颊黏膜转位法

(1) 以牙槽突顶部为蒂，在前庭沟的唇颊侧黏膜上做弧形切口，方向与牙弓弧度一致，切口距沟底的距离即为加深的深度。

(2) 切开全层黏膜，用刀分离黏膜下层至牙槽突骨膜，再沿骨膜上向下分离至预期深度，避免切破骨膜，将翻起的黏膜瓣边缘缝合于此。

(3) 将碘仿纱卷置于沟底打包加压，并用缝线穿过颏部皮肤，在口外加压固定以保证形成前庭沟。

(4) 暴露创面敷以凡士林纱布，任其自行愈合(图 5-13～图 5-18)。

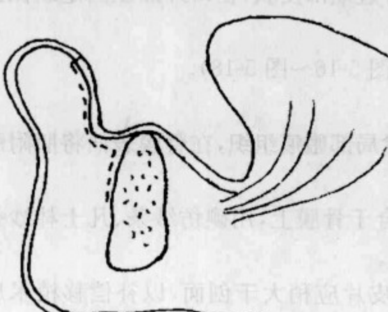


图 5-13　唇黏膜瓣转移法切口侧面观

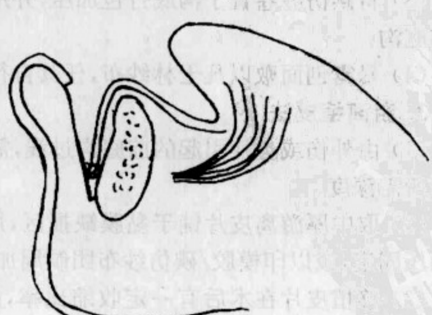


图 5-14　剥离黏膜瓣并缝合于骨膜

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

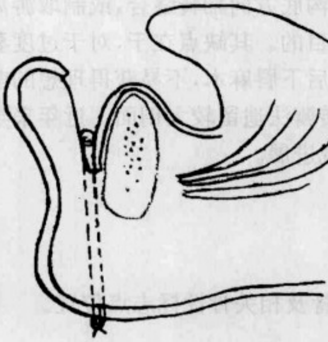


图 5-15　橡皮管缝合固位加压

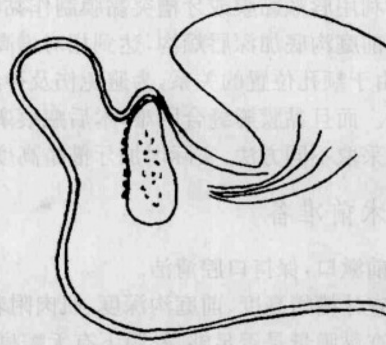


图 5-16　牙槽黏膜瓣转移法切口侧面观

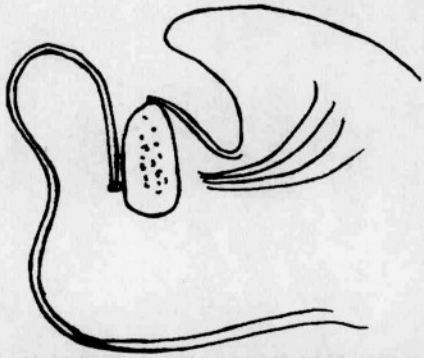


图 5-17　牙槽黏膜瓣转移缝合

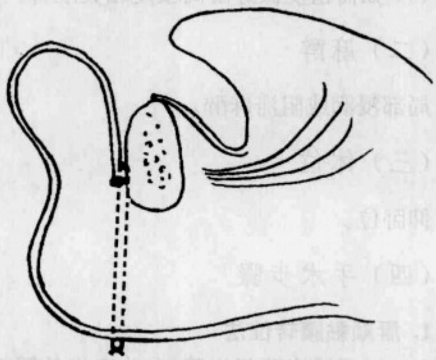


图 5-18　橡皮管缝合后固位加压

2. 牙槽黏膜转位法

(1) 以唇颊部为蒂，在牙槽突顶部做弧形切口。

(2) 锐性分离黏膜成瓣后，沿骨膜上向下分离至预期深度，将瓣转移至新的前庭沟底，缝合于骨膜，缝线不剪断。

(3) 将碘仿纱卷置于沟底打包加压，并用缝线穿过颏部皮肤，在口外加压固定以保证形成前庭沟。

(4) 暴露创面敷以凡士林纱布，任其自行愈合(图 5-16～图 5-18)。

3. 游离植皮法

(1) 由外伤或炎症引起的前庭沟过浅，需先切除局部瘢痕组织，在骨膜表面将肌附丽松解至所需深度。

(2) 取中厚游离皮片铺于黏膜缺损区，周缘缝合于骨膜上，用碘仿纱条、凡士林纱条打包加压固定，或以印模胶/碘仿纱布团颌周加压固定。

(3) 移植皮片在术后有一定收缩比率，故移植皮片应稍大于创面，以补偿移植术后的收缩。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（五）术后处理

(1) 术后常规应用抗生素预防感染。保持口腔卫生，清洁伤口。

(2) 术后流食 1 周，黏膜转移数 7 日拆除口内打包，游离植皮者 10 日拆除口外固定及缝线。

(3) 应尽快行义齿修复，以防移植皮片收缩。

第六节　唇系带矫正术

唇系带的正常附着位于两中切牙间的唇侧牙龈与牙槽黏膜交界处，如因牙缺失后牙槽骨吸收过多，而系带未退缩，可使附着接近牙槽嵴顶或附着宽大，影响义齿稳定及固位，需行唇系带矫正术(Surgical correction of labial frenum)。

（一）术前准备

(1) 术前漱口，保持口腔清洁。

(2) 了解义齿基托拟伸展达到的范围。

（二）麻醉

局部浸润麻醉，麻药量勿过多，避免系带变形。

（三）体位

坐位或半坐位。

（四）手术步骤

(1) 沿系带切开黏膜达骨膜上，再自该切口两端各做一平行切口，方向相反，长度相等，整个切口呈"Z"形，分离黏膜组织，形成两个三角形组织瓣，将两个三角瓣交叉互换位置，间断缝合。

(2) 由系带龈附着尖端处起，向两侧斜形向上切开，形成一"V"形组织瓣，分离黏膜下组织，将组织瓣向上推移，"Y"形间断缝合。

(3) 轻度唇系带附着过低者，可在靠近牙槽突部位横行剪开系带，然后再将创口对位，纵向缝合(图 5-19)。

（五）术后处理

(1) 软食 1 周，减少唇颊运动。

(2) 漱口并保持口腔清洁，必要时给予抗生素。

(3) 7～10 天拆线。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

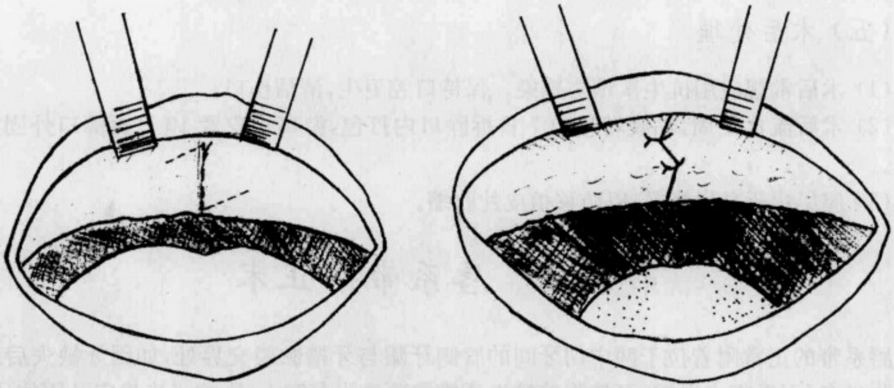


图 5-19　图示切口设计和转瓣缝合后

第七节　舌系带矫正术

老年人因牙槽嵴萎缩，舌系带附着接近牙槽嵴顶，影响义齿就位及固位，或因舌系带过短影响正常舌运动时应行舌系带矫正术(surical correction of lingual frenum)。舌系带过短的表现是舌不能正常自由前伸及上抬，勉强前伸上抬时，舌尖有“分岔”，由于舌运动受限，影响义齿固位及发音、咀嚼功能。

(一) 术前准备

术前漱口，保持口腔清洁。

(二) 麻醉

局部浸润麻醉或双侧舌神经阻滞麻醉。

(三) 体位

坐位或半坐位。

(四) 手术步骤

(1) 以系带拉钩或距舌尖 1.5cm 处以缝合线穿过舌正中部分，向上提拉牵引，张紧舌系带。

(2) 小直剪或刀片横行剪切开舌系带黏膜及纤维带，直达口底舌肌平面上，避免伤及舌肌及舌静脉，形成菱形创面。

(3) 颏舌肌附丽如接近牙槽嵴顶，可剪断并结扎部分肌肉。

(4) 1 号丝线纵形间断缝合切口，注意避开舌下腺导管口(图 5-20～图 5-22)。

(五) 术后处理

(1) 软食 1 周。

(2) 漱口并保持口腔清洁。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(3) 7～10 天拆线。

(4) 术后需进行功能训练。

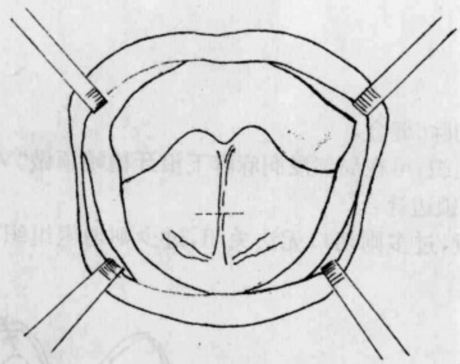


图 5-20 切口设计

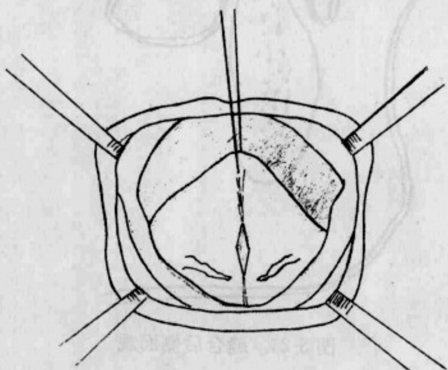


图 5-21 横行切断舌系带后提拉舌尖使切口呈菱形

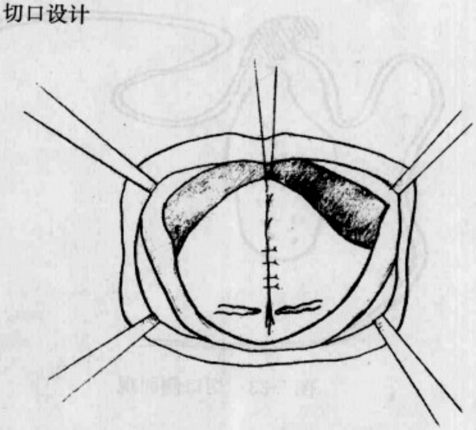


图 5-22 纵形缝合

第八节 牙槽突软组织增生修整术

牙槽突增生软组织松软浮动，对义齿的固位和稳定产生影响。或牙槽黏膜局部有压疮、溃疡的增生软组织，影响义齿戴入，应行牙槽突软组织增生修整术(excision of hyperplastic soft tissues of alveolar process)。

增生的软组织常出现于牙槽嵴顶，可由牙周炎症刺激牙龈增生引起，也可由于义齿基托组织面不密合或边缘过长刺激造成。

(一) 术前准备

术前漱口，保持口腔清洁。

(二) 麻醉

局部浸润麻醉或阻滞麻醉。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（三）体位

坐或半坐位。

（四）手术步骤

(1) 将过多软组织切除、缝合。

(2) 牙槽嵴顶增生组织，可在局部浸润麻醉下沿牙槽嵴顶做“V”形切口，切除多余软组织后，行间断缝合或连续锁边缝合。

(3) 组织切除要适量，过多则切口无法关闭，过少则增生组织不能彻底去除（图 5-23，图 5-24）。

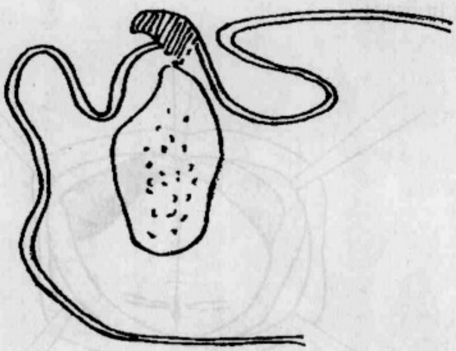


图 5-23　切口侧面观

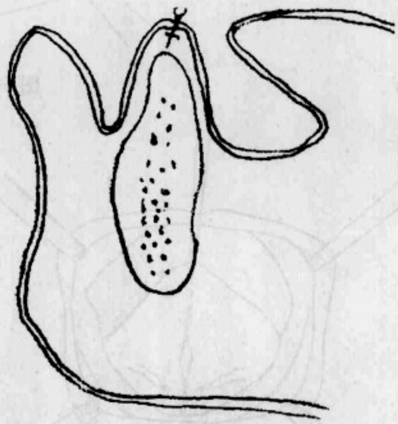


图 5-24　缝合后侧面观

（五）术后处理

(1) 患者多为老年，注意应用抗生素预防感染。

(2) 软食 1 周，漱口以保持口腔清洁。

(3) 7～10 天拆线。

（胡东升）

参考文献

黄培喆. 1983. 口腔颌面外科手术学. 上海：上海科学技术出版社
邱蔚六，张道珍. 2002. 口腔颌面外科手术图解. 南京：江苏科学技术出版社
邱蔚六，张志愿. 2001. 口腔颌面外科临床手册. 北京：人民卫生出版社
孙勇刚、王兴. 2000. 现代口腔颌面外科学诊疗手册. 北京：北京医科大学出版社
周树夏. 1999. 手术学全集口腔颌面外科卷. 北京：人民军医出版社

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第六章　牙槽嵴增高术

牙槽嵴严重萎缩的缺牙患者，难以进行常规义齿修复，往往需要通过外科手术增高牙槽嵴。广义的牙槽嵴增高术分相对增高及绝对增高两种，前者指唇颊沟加深或牙槽嵴延伸术(ridge extension)，牙槽骨骨量并没有增加，只是通过改变黏膜及肌附着的位置，使牙槽嵴相对增高；后者指牙槽嵴增高术(ridge augmentation procedure)，是应用骨移植等方法对萎缩的牙槽嵴进行骨性重建。

第一节　牙槽嵴绝对增高术——骨性重建

严重萎缩的牙槽嵴、义齿固位不良、全身及局部无明显禁忌证者，可考虑行牙槽嵴的骨性重建术。特别是下颌，单纯的前庭沟加深等软组织手术不能达到义齿固位的最低要求时，应通过牙槽嵴增高术，重建其高度和宽度，并恢复颌间距离和理想的面容。

一、骨移植牙槽嵴增高术

传统的骨移植材料是自体髂骨、肋骨，研究较早，方法比较成熟。但也有学者认为，髂骨作为移植材料，质量稍差，尤其是老年女性，骨质疏松，成骨性差，推荐用颅盖骨作移植材料增高牙槽嵴。另外，为减少术区数量，简化手术，也可以应用邻近的下颌支、下颌隆凸作移植材料。

(一) 牙槽嵴上(onlay)骨移植术

1. 适应证　上颌牙槽嵴完全吸收，口腔前庭与腭板呈水平状态，下颌体高度不足10mm，尤其是因肿瘤、外伤所致下颌下缘以上部分缺损者。

2. 手术方法　最早由 Flobr(1953)提出，自唇颊移形部至舌侧与牙槽嵴弧线呈垂直做黏骨膜切口，用细长剥离器作隧道或骨膜下剥离，将移植骨插入。Gerry 等(1956)报道应用自体髂骨移植再造牙槽嵴，其方法是先在拟加高部位用蜡堤塑形，制成丙烯酸树脂模型，根据模型制作固定移植物夹板；切取病人髂骨，依据模型雕塑外形；口内于唇颊沟平面切开黏骨膜，显露下颌骨上缘，用骨锉挫出粗糙面，放置髂骨块，肠线固定后关闭伤口，再将树脂夹板置于黏膜表面，不锈钢丝环下颌骨体固定；6 周后拆除钢丝和夹板，再行前庭沟成形术。Obwegeser(1967)改进了 Flobr 的方法，在两侧第一磨牙之间做牙槽嵴顶弧形切口，切开黏骨模形成颊、舌两个黏骨膜瓣，磨牙区做骨膜下隧道剥离，植入骨块；前部两个黏骨膜瓣做松弛切口减张后严密缝合。

髂骨、肋骨、颅骨外板、冻干骨等均可作为移植骨，但无论使用自体骨还是异体骨，最终要靠爬行替代形成自身新骨。从这点看，松质骨比皮质骨移植修复更迅速。牙槽嵴上骨移植术后，移植骨吸收明显。Baker 等对 22 名患者进行过平均 6.2 年的追踪观察，术后移植骨平均高度为 16.5mm，6.2 年后仅剩 5mm。Davis 等用肋骨及其碎片移植并进行追踪观

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

察，发现术后前 6 个月肋骨支架局部吸收和整个移植骨的重塑最为活跃，6 个月到两年后吸收减缓，似乎稳定在移植的皮质骨高度水平(图 6-1)。虽然这种方法需要切取移植骨，并行二次的前庭沟加深术，手术创伤较大，术后吸收也较多，但由于可以形成很高的牙槽嵴，对于牙槽嵴吸收非常明显的病例，仍是有效方法之一。

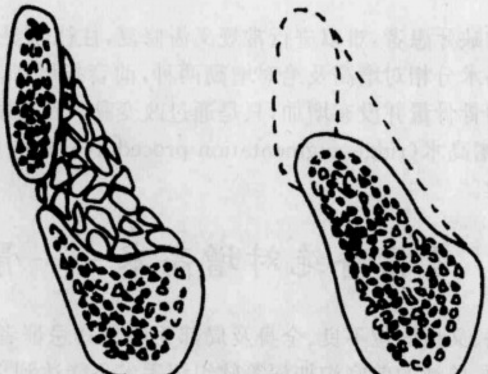


图 6-1　用肋骨及其碎片移植增高牙槽嵴，术后 3 年移植骨吸收明显

(二) 盔式(visor)截骨术

1. 适应证　下颌牙槽嵴严重萎缩，颌骨高度少于 20mm，单纯应用前庭沟加深术等软组织手术不能奏效的；如下颌骨高度少于 9mm 则不易手术，这是由于截骨后颌骨过于薄弱，容易骨折。

2. 手术方法　最早由 Harle(1975)报道，其基本方法是在两侧磨牙后区之间沿牙槽嵴顶切开黏骨膜，剥离唇颊侧黏骨膜至下颌骨下缘，广泛暴露下颌骨体外侧面，游离颏神经血管束，必要时切除颏孔下方部分骨质。用裂钻沿牙槽嵴切开线作下颌骨体矢状切开，前牙区也可用摆动锯，切到一定深度后，改用骨刀完全劈开舌侧骨片，注意勿伤及下齿槽神经血管。分离舌侧骨块并上移，但至少要保留与颊侧骨块 20%的接触，钢丝结扎固定，游离唇颊黏膜关闭创面(图 6-2)。术后如由下唇麻木，一般 2～3 个月即可恢复，4～6 周后再行前庭沟成形术。

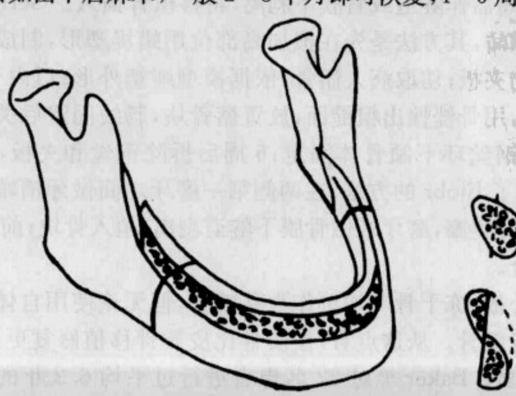


图 6-2　盔式截骨术增高牙槽嵴

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

盔式截骨术可使下颌体高度增加约 80%，由于舌侧骨块与口底肌及黏骨膜附着，血供充分，故感染率低，术后骨吸收少，还可改善因上下颌萎缩造成的假性下颌前突。Harle 对 10 名患者的追踪观察显示，术后 1 年牙槽嵴垂直加高的吸收平均为 18%，2 年为 10%，3 年为 8%，下颌骨前部的高度平均增加 7.8mm。此方法的并发症主要是下齿槽神经感觉异常，发生率较高。

（三）三明治式(sandwich)骨移植

三明治术式又称为插入式(inlay)骨移植术，最早由 Schettler 于 1976 年首次提出。

1. 适应证　无牙颌牙槽嵴显著吸收，下颌体高度在 13mm 以上，患者一般情况良好，能接受手术。

2. 手术方法　在下颌骨体牙槽嵴顶的唇颊侧根据需要加高部的长度水平切开黏膜，分离至下颌骨下缘，再横行切开骨膜，暴露外侧骨面，用摆动锯在颏部的上 1/3 处作水平截骨，两侧作垂直截骨，形成一矩形骨块，注意使其舌侧骨膜仍保持附丽。然后用弯的骨膜剥离器由骨块间剥离舌侧下方黏骨膜，使截骨块容易向上方移动，根据需要加高的高度插入髂骨、肋骨或人工材料，用金属丝环下颌骨体固定，严密缝合创口，二期再行前庭沟成形术。术中根据需要可游离下齿槽神经血管束，以免损伤。用此方法可进行上颌或下颌的全牙槽嵴成形术(图 6-3)。

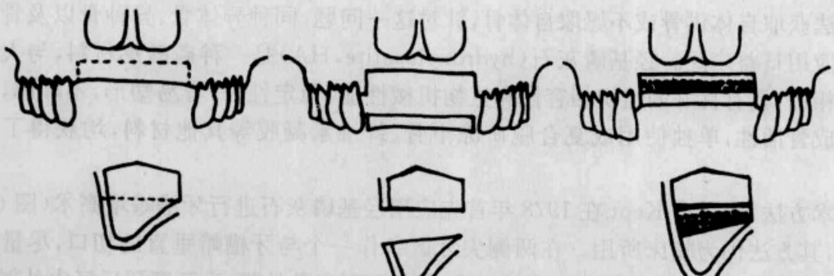


图 6-3　上颌三明治式骨移植术

Hopkins、David、Dekcomen 等学者分别提出了改良的盔式——三明治骨移植，将两种方法结合起来(图 6-4)。其手术主要是在下颌体后部作矢状截骨，颏孔间区域作水平截骨，带蒂的舌侧骨块上移，用髂骨、肋骨等插入移植来支持前牙区骨段，后牙区舌侧骨段升高后用颗粒状骨碎屑填充矢状劈开后的颊侧空隙。

三明治式骨移植可大幅度增高牙槽嵴，一般可达 10mm。因有舌侧骨膜相连，血供良好，不易感染，术后远期骨吸收轻微，恢复的牙槽嵴形态、位置良好。



图 6-4　盔式——三明治骨移植术

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(四) 下颌骨下缘的骨移植

为了避免下颌上缘进行骨移植后的严重吸收，以及常需进行二期软组织手术所致的并发症，可以从下颌下缘行骨移植。其方法是在口外颌下区从每侧尖牙区至第三磨牙区作一切口，显露下颌骨下缘；将肋骨劈开，放在下颌下缘，每边一块，多余的骨松质放在移植部位的周围，用不锈钢丝或小夹板固定移植骨块。也可以在两侧下颌角间作完全切开，显露下颌骨下缘，植入经 γ 射线处理后的尸体下颌骨和自体髂骨松质骨；术后 1 周拆线，即可佩戴义齿。

从下颌骨下缘进行骨移植，不损伤下齿槽神经血管，术后骨吸收少，可为下一步种植体植入提供足够的骨量，不需要二期前庭沟加深等软组织手术，术后愈合期内即可进行早期义齿修复，面下 1/3 高度明显增加，改善了容貌。Pogrel 报道用劈开的肋骨移植，术后两年平均吸收的高度是 12%，5 年是 15%。Peter 报道用尸体骨移植，术后 5 年吸收 18%，而且吸收部位是尸体下颌骨。

二、羟基磷灰石牙槽嵴增高术

一般来说，使用自体骨的成功率及远期疗效优于其他移植材料。但有些患者因条件限制而无法获取自体供骨或不愿取自体骨，针对这一问题，同种异体骨、异种骨以及骨替代品的研究应用日益广泛。羟基磷灰石(hydroxylapatite，HA)是一种磷酸钙材料，与人骨的无机成分相似，具有良好的组织相容性和生物机械性能，稳定性好，容易塑形，不降解，有一定的引导成骨活性，单独使用或复合脱矿冻干骨、纤维素凝胶等其他材料，均获得了满意的疗效。

手术方法：最早由 Kent 在 1978 年首先应用羟基磷灰石进行牙槽嵴增高术(图 6-5)，直至目前，其方法仍为临床所用。在两侧尖牙区各作一个与牙槽嵴垂直的切口，尽量靠近舌侧，切开黏骨膜；用一细长弯形骨膜剥离器，沿骨面剥离黏骨膜，直至磨牙后区内外斜嵴交汇

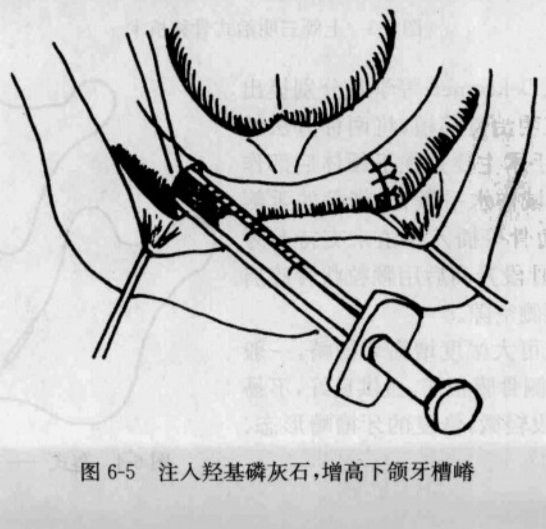


图 6-5 注入羟基磷灰石，增高下颌牙槽嵴

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

处，形成的隧道应尽量靠近舌侧；再用细的羟基磷灰石输送器伸入隧道，到达其末端后，注入HA，边推边后退，同时用手指挤压成形；双侧后牙区HA输注完成后间断缝合一侧切口，再从另一侧切口向向前牙区注入HA颗粒；最后补充填入另一侧接合处材料直至满意外形，间断缝合切口。通常一侧前磨牙至磨牙区需要4.5gHA颗粒，而前牙区需要1.5～3.0g。输注前可先用生理盐水或血液湿化，或加入其他黏合剂，避免HA颗粒弥散。

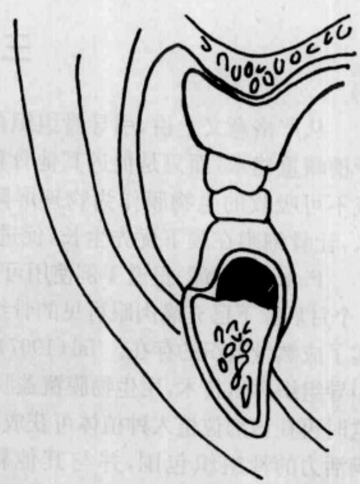


图6-6 尽量靠舌侧注入羟基磷灰石，形成逗号形牙槽嵴

Mercier(1988)提出了二期手术方法，可以加深前庭沟和口底颌舌沟，牙槽嵴形态也更为满意。其一期手术与Kent方法相同，只是强调将HA尽量放在靠舌侧，以便获得具有更佳固位力的牙槽嵴形态即逗号形牙槽嵴(图6-6)。6周后行二期手术，在全麻下行前庭沟加深、降低口底肌群和重建牙槽嵴上植皮成行术，或称为牙槽嵴延伸术(ridge extention)。首先，沿牙槽嵴上瘢痕带在舌侧从一侧磨牙后区向另一侧磨牙后区切开黏膜，向颌舌沟剥离黏膜，推开舌下腺及口底软组织，显露下颌舌骨肌和颏舌肌；用细长而扁平的剥离器挑起下颌舌骨肌，紧贴下颌舌骨肌嵴自前向后切断下颌舌骨肌，切断颏舌肌部分附着，同法完成另一侧手术。注意对于锐利的下颌舌骨肌嵴、颏棘应修整锉平，以免义齿修复时产生压痛。在唇颊侧沿瘢痕带从一侧磨牙后区向另一侧磨牙后区切开黏膜，在黏膜下潜行分离至前庭沟底部颊侧，并离断唇、颊肌附着，加深前庭沟；用组织剪修剪去瘢痕，取出牙槽嵴骨膜面上多余的黏膜下软组织，在唇颊侧牙槽嵴与前庭沟相接处形成一基角线(matrix angle line)，此线在植皮后能形成一条清楚的唇颊沟反折线，从而使前庭沟加深，义齿基托有足够的伸展空间；用肠线作绕下颌下缘的唇舌侧缝合，使黏膜向牙槽嵴下方重新复位，下颌舌骨肌、唇颊肌重新附着；最后用带有弹性印模料的夹板印取术后的牙槽嵴印模，涂布胶水，另取中厚皮片铺贴在印模上，再将印模夹板戴入口内，用尼龙线固定。2周后除去印模夹板，4周后即可取模进行义齿修复。

对于上颌牙槽嵴吸收严重的病例，可在中线作一纵行切口，切开黏骨模，切口自唇侧前庭沟起，越过牙槽嵴至腭侧切牙乳头附近；用骨膜剥离器在骨膜下向两侧作隧道至磨牙区，隧道可稍偏向唇侧；在唇侧游离黏膜，显露唇颊肌，游离肌肉附着或剪断，消除肌肉干扰，加深前庭沟；植入HA颗粒并塑形，用事先准备好的夹板进一步塑形，使其处于需要加高加宽的位置，用螺丝将夹板固定于腭骨水平板上，两周后拆除。Lew提出了另一种全上颌牙槽嵴重建的方法，在前牙区利用唇侧黏膜，在后牙区利用腭侧黏膜，形成3条隧道，植入HA，接头处间断缝合。

用羟基磷灰石增高牙槽嵴，不需取骨，减少了创伤，容易被病人接受。但HA为颗粒性材料，成形和保持困难；另外，骨膜伸缩性有限，容易被撕裂，造成材料漏出。将HA与其他材料复合，可改善其性能：如HA-胶原复合物有良好的柔韧性，易于骨面贴合；HA-BMP复合物具有高骨诱导活性，骨形成良好；HA-纤维蛋白复合物生物相容性好，可以降解；HA-自体松质骨复合物有强的骨诱导性，能早期血管化，含有一定的骨母细胞。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、引导骨组织再生

从严格意义上讲，引导骨组织再生(guided bone regeneration，GBR)并不是单独的一种牙槽嵴重建术，而只是促进其他骨移植术更好成骨的一项技术。其基本方法是利用可吸收或不可吸收的生物膜作为物理屏障，置于植入骨的上方，阻止结缔组织细胞和上皮细胞进入，让骨细胞在膜下优先生长，促进缺损区骨组织重建，增加骨量，为种植创造条件。

Piattelli(1996)报道1例使用可吸收冻干硬脑膜覆盖脱矿冻干骨移植物，增加牙槽嵴高度。6个月后膜下已充满肉眼可见的骨组织，两个植入的种植体被新生组织覆盖，组织学检查也证实了成熟骨组织的存在。Tal(1997)等认为针对外伤引起的上颌切牙区牙槽嵴缺损，可应用骨引导组织再生技术，用生物膜覆盖脱矿冻干同种异体移植骨。愈合期后膜下充满新生骨组织，这时再在该部位植入种植体可获成功。组织学检查可见移植骨颗粒被无炎症的结缔组织及充满活力的骨组织包围，并与其他颗粒结合在一起。Tinti等(1997)将缝合有聚四氟乙烯(ePTFE)膜的金属框架弓形覆盖于下颌残余牙槽嵴上，防止生物膜坍塌，从而创造出成骨空间，12个月后取出框架及ePTFE膜，其下已充满新生牙槽骨。Buser等(1996)用ePTFE膜覆盖下颌来源的皮质-松质骨块移植物，40例患者共植入66个种植体，均获得成功。值得注意的是，GBR要求保证生物膜下有足够的空间供新生骨组织生长，膜的边缘应覆盖过骨缺损边缘4mm，还要采取有效措施防止膜移动。这就限制了GBR的应用范围。它主要适用于牙槽嵴吸收范围较小的部分牙列缺失，对于全部无牙的牙槽嵴萎缩患者，还未见有成功的报道。

无论是通过骨移植还是引导骨组织再生增高的下颌牙槽嵴，都面临着再吸收问题。新获得的牙槽骨是否稳定，是否适合种植义齿修复，一直是研究的热点。多数学者认为，增高牙槽嵴的再吸收主要集中于术后第1年，2～3年后牙槽嵴基本稳定，而新生牙槽嵴如果得不到功能刺激，高度难以维持，很快就会被吸收，因此主张及时进行种植或其他形式的义齿修复。只要手术时机恰当、手术方法正确，新生牙槽嵴可以作为种植基骨，种植体在愈合期后可以达到骨性融合。

第二节　牙槽嵴相对增高术

随着牙槽骨萎缩，牙槽嵴高度降低，其周围的下颌舌骨肌、颏舌肌、颊肌等肌肉的附着点逐渐接近牙槽嵴顶，唇、颊、舌系带附丽相对升高，口底舌下皱襞隆起，唇颊沟、舌沟变浅甚至消失，义齿基托可利用范围缩小，直接影响到义齿的固位和稳定，必须通过手术为义齿修复创造条件。

牙槽嵴相对增高术是指前庭沟(唇颊沟)加深术(vestibuloplasty)，它改变了黏膜及肌附着的位置，从而使牙槽嵴相对增高，义齿基托伸展范围得以扩大，固位和稳定得到改善。前庭沟加深术主要分为唇颊黏膜转位法、牙槽黏膜转位法和游离植皮法三类。

一、唇颊黏膜转位法

最早由Kazanjian(1935)提出，它是以牙槽突顶部为蒂，在前庭沟底的唇颊侧黏膜上作

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

弧形切口，方向与牙弓弧度一致，深度达黏膜下组织，切口距沟底的距离即为加深的深度；用刀向牙槽嵴方向作潜形分离，直至牙槽嵴上缘，形成蒂部附着于牙槽嵴的黏膜瓣；于骨膜上掀起黏膜瓣，循牙槽突骨膜面向下锐性分离，切断肌纤维和系带附着，深度达预计的沟底部，注意保持骨模的完整，不可损伤；将形成的黏膜瓣贴附于牙槽嵴骨膜创面上，边缘缝合在伤口最低处骨膜上以缩小创面，为防止黏膜瓣收缩，可在沟底放置碘仿纱卷或橡皮管，用口内外贯穿缝合进行固定（图 6-7）。

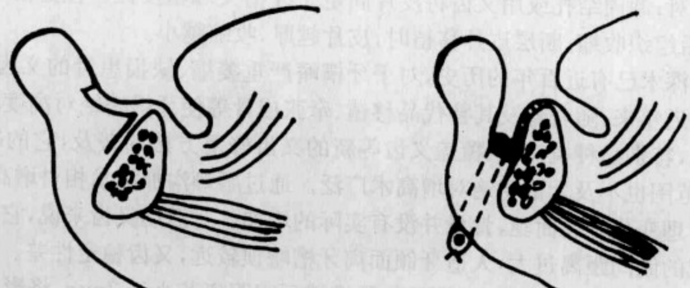


图 6-7　唇颊黏膜转位法，黏膜瓣以牙槽嵴顶部为蒂

二、牙槽黏膜转位法

由 Clark（1953）提出，与上述方法类似，但以唇颊部为蒂，在牙槽嵴顶作弧形切口，切开黏膜，于骨膜上分离，形成以唇颊部为蒂的黏膜瓣，向下转移至所需深度，骨膜创面任其自行愈合或覆盖碘仿纱条以保护创面促进愈合（图 6-8）。

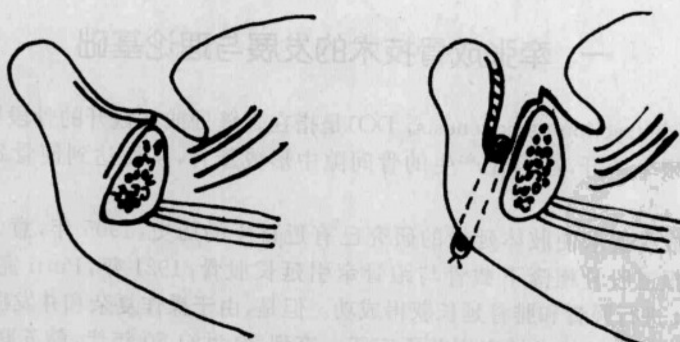


图 6-8　牙槽黏膜转位法，黏膜瓣以唇颊部为蒂

三、游离植皮法

游离植皮法是指黏膜片或皮片游离移植，移植组织可取自上腭部或颊部黏膜，以及大腿、上臂的皮肤。黏膜片移植的效果肯定，而且供区也在临近区域，但可获得的面积不大；而

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

皮片效果虽不如皮片，又有其他部位的创伤，但取材面积大，可满足覆盖较大面积的创面，临床应根据患者具体情况选择合适的移植组织。

游离植皮前庭沟加深术无论是在上颌还是下颌进行，其基本手术方法是一致的。先切除局部瘢痕，松解游离至所需深度，如有肌肉附着影响深度，应将其从骨膜上分离或切断；视缺损面积大小，在上臂或大腿内侧取中厚皮片一块，铺于黏膜缺损区，试好后再取出铺平，缝合或粘贴固定于事先取好的与创面相符的印模胶夹板或碘仿纱布团上，是皮片创面与松解游离的创面相对；颌周结扎或用义齿将皮片固定于牙槽突和植皮区。注意皮片选择宁大勿小，以预防以后组织收缩；断层皮片移植时，皮片越厚，收缩越小。

前庭沟加深术已有近百年的历史，对于牙槽嵴严重萎缩、缺损患者的义齿修复，起到过重要作用。但近年来，随着骨及其替代品移植、牵张成骨等使牙槽嵴绝对高度增加的方法成功应用于临床，特别是种植义齿、覆盖义齿等新的义齿修复方法的普及，它的缺点也就越来越明显，应用范围也不及牙槽嵴绝对增高术广泛。通过唇颊沟加深术相对增高下颌牙槽嵴，与颌骨正常生理变化背道而驰，骨量并没有实际的增加。对活动义齿来说，它并未减少因牙槽嵴萎缩造成的颌间距离过大，人造牙颌面离牙槽嵴顶较远，义齿稳定性差。对种植义齿来说，一方面下颌牙槽嵴严重吸收，下颌管与牙槽嵴顶间距离若小于 7mm，将影响颏孔区和磨牙区骨内种植体的植入，牙槽嵴相对增高术并不能解决问题[当然，通过研制使用表面多孔种植体(endopore)，增大骨种植体界面，可以减少种植所需垂直骨量，但也不能无限度减少]；另一方面，由于颌间距离过大，义齿修复时为建立咬合，会造成种植义齿骨外段过长，产生不利的杠杆作用。虽然前庭沟加深术有着许多不足之处，但对于牙槽嵴萎缩较少的病人，仍不失为增加义齿固位的一种方法。对于真性牙槽嵴增高术，如使用羟基磷灰石、骨移植等，必要时依然需要进行二期的前庭沟加深成形。

第三节　牵张成骨牙槽嵴增高术

一、牵张成骨技术的发展与理论基础

牵张成骨(distraction osteogenesis, DO)是指在骨缝处或在截开的骨段用牵张装置按一定的速度和频率牵开，在因此产生的骨间隙中形成新骨，从而达到使骨延长或增宽的目的。

应用牵张成骨技术使肢体延长的研究已有近百年的历史，1905 年，意大利波伦亚的 Codivilla 首次报道股骨粗隆下截骨与跟骨牵引延长股骨；1921 年，Putti 完成股骨延长；1927 年，Abbot 进行胫骨和腓骨延长获得成功。但是，由于操作复杂和并发症发生率高，在此后很长一段时间内该技术的应用并不广泛。直到 20 世纪 50 年代，前苏联 Ilizarov 的杰出工作使这一技术重新引起人们的关注，并得以广泛应用。他首先提出了皮质骨切开牵张成骨术，即用骨凿切开皮质骨，但不进入骨髓腔，以免损害营养血管和骨髓循环，除在术区外保持骨膜完整；切开骨周的 2/3 或 3/4，折断剩余部分，7 天后开始牵张，0.25mm/次，4 次/日，从治疗开始病人即可负重，他认为这种功能性刺激对牵张间隙中新形成的骨的发育和坚固具有非常重要的意义；由于有足够的新骨形成，故不需要植骨，当临床和放射影像提示新骨足以支持无保护的负重时，去除外固定装置。经过大量的实验和临床研究，他又提

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

出了牵张成骨技术中著名的 Ilizarov 法则(law of tention-stress),即对活体组织逐渐施以适当的牵引力可以使其产生张力,这种张力可以刺激组织的再生和生长。Ilizarov 的方法明显减少了并发症,对牵张成骨技术的发展起到了巨大的推动作用。

骨具有再生愈合能力,骨中许多细胞可以依据需要分化成成骨细胞或成软骨细胞,Ilizarov 提出经过应用张力装置及适当的固定、血供和负荷的维持,骨再生可以扩大和控制。适当的生物力学环境对骨再生非常重要,在同样环形稳固固定的条件下,骨及骨膜和骨内膜均切开者与仅骨皮质切开者相比,再生骨的骨化速率要缓慢得多。而固定不稳固,骨化时间明显延迟或不愈合。牵张成骨情况直接与牵张的速率和频率有关。牵张过快会引起局部缺血,成骨减慢;牵张速度低于骨形成速度时,再生的骨出现不成熟骨化,会阻止进一步牵张延长,合适的牵张速率为每日 0.5～1.0mm。与骨折愈合骨痂排列紊乱的骨不同,牵张延长生成的骨依牵张方向纵形排列,在骨皮质切开术后前几天内,有钙化能力的有机质存在,新骨总是在皮质骨断端间骨髓腔内开始形成。在改建期,新骨有骨皮质形成,骨髓中骨小梁逐渐消失,这一过程要几年才能完成,最终结果是从正常骨无法区分出牵张形成的骨。骨牵张的同时,软组织不是简单的被牵张,而是也延长,皮肤、皮下组织、肌腱、肌肉和神经均产生适应性应答。

牵张成骨的操作一般分 4 个阶段进行。第一步,骨切开,即通过手术完成皮质骨切开或全层骨切开,安放牵张器;第二步,间歇期(latency period),即在骨切开后,借助牵张器固定骨断端,使其保持接触,形成血痂,重建血供,间歇期一般为 7～10 天;第三步,牵张期(distraction period),在此期通过牵张器施加合适的力量,使骨牵张延长,直至预期的距离;第四步,稳定期(consolidation period),即在牵张结束后仍需要用牵张器保持骨段的稳定,以利于新骨形成和改建,防止骨折发生,固定 6～8 周后可考虑拆除牵张器。

牵张成骨为向心性的,骨生长是由牵张延长刺激而产生的,因此骨生长方向取决于张力方向。牵张成骨的组织学表现可分为四个阶段:胶原模板形成;牵张区矿化;骨联合及延长的骨段改建。骨形成是一个动态过程,牵张后 1 周,牵张间隙内有多种细胞聚集,在纤维细胞和内皮细胞附近有代谢活跃的多形细胞,在最初的几天里,这些细胞随机散射,毛细血管也在此阶段开始形成,胶原纤维按牵张方向排列,纤维束薄且未机化;2 周时,可见早期骨形成,新骨呈细长的钙化的针状体,按延伸的方向排列,从骨断端向中央未骨化的组织,有时牵张区中央可见新骨连续,临近断端处新形成的骨吸收改建;3 周时,牵张延长的骨段矿化;4 周时,骨形成明显,延伸间隙骨痂连续,未见明显皮质骨形成;5 周后,新骨从骨断端向牵张区中心生长,纤维束依牵张方向排列,可见散在的骨岛,牵张区新的皮质骨形成活跃,胶原纤维排列方向改变,新的骨组织随后成为层状排列的骨,此区域的松质骨也同样形成活跃,距近心端骨段越近,骨段钙化程度越高,而中心区未成熟骨较多;6～8 周时,可见新形成的骨皮质厚度明显增加;10 周时,已由哈佛管形成;20 周后,牵张区为骨充满,骨膜增厚,成骨活跃,与对侧相同区域比较,新骨有较大的血管;35 周后,骨愈合完成,骨改建开始;1 年后,可见牵张区有致密的骨小梁,成熟的层状骨具有形成良好的哈佛系统特征,牵张区与周围正常骨无明显区别。但是,对牵张成骨的细胞和分子水平的了解尚不完全。

在四肢长骨的牵张延长获得成功后,20 世纪 70 年代初期,Snyder 等人首先进行了下颌牵张成骨的实验研究,牵张成骨开始逐渐应用于颅面部。无论是肢体还是颅颌面骨,牵张成

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

骨的基本生物学原则是一致的，即低能量的截骨操作，最大限度的保护骨膜和骨内血供，准确的牵张速率和频率，功能负重前适当的新骨钙化改建期。1992 年，McCarthy 首次应用口外牵张器矫治半侧颜面发育不全畸形；1994 年，Molina 应用牙支持的口外牵张器矫治上颌发育不足；其后又有陆续报道上颌骨及面中份的牵张前移及在腭裂术后患者延伸上颌骨。利用牵张成骨技术已在治疗颌骨缺损、颌骨畸形、阻塞性呼吸睡眠暂停综合征等方面取得了长足的进步，与此同时，应用于牙槽嵴增高的探索性研究也在世纪之交日益引起人们的关注。

二、牵张成骨技术在牙槽嵴增高术中的应用

1996 年，Block 等应用自行设计的牵张装置增高下颌牙槽嵴率先在动物实验中获得成功；同年，Chin 等首次报道牵张成骨牙槽嵴增高术成功用于临床。此后，牵张装置、牵张方法的研究渐成热点。从口外装置发展到口内微型装置，出现了螺栓式牵张器以及牵张种植体，手术创伤进一步减小。与传统牙槽嵴增高术相比，牵张成骨技术不需要使用移植材料，增高牙槽嵴的再吸收程度较低，并发症少，感染率低。尤其重要的是，它可以获得同步牵张延长的软组织，不受患者软组织量的限制。牵张成骨成为牙槽嵴增高术的又一种选择。

（一）牵张装置

自 1996 年 Block、Chin 等分别报道牵张成骨牙槽嵴增高术获得成功后，各种牵张装置的改进屡有报道。但总体来看，牵张装置主要有两类，一是安装于牙槽嵴颊侧的类似正畸使用的扩张螺栓，二是牵张种植体。

1. 扩张螺栓牵张器 1996 年，Block 等报道 4 只成年杂种犬，拔除左下颌前磨牙和第一磨牙，修整牙槽嵴，复制出下颌牙槽嵴萎缩动物模型。12 周后切开黏骨膜，翻瓣，自颊侧植入 4 个 8mm×3.25mm 种植体，两两平行。经过 10 周愈合期，在种植体上安装类似正畸扩张螺栓的装置，并在上下两排种植体间切开牙槽骨颊侧骨皮质，7 天后加力。固定 10 周，再分别在牵张区和非牵张区各植入 1 个种植体，4 个月后义齿修复。X 线片显示牵张后牙槽嵴增高(9.05±1.01)mm，10 周后剩余(8.85±1.05)mm，其后 1 年无明显变化。组织学显示舌侧骨板连续，密度高，增生区内有成熟的板层骨和编织骨，其中部有横贯颊舌侧的骨桥。牵张形成的新骨能够行使功能，支持种植义齿修复。但由于颊侧牵张用的骨融合式种植体很难取出，这种方法临床并不可行。

受颅面部其他牵张装置的启发，其后出现的牵张器使用了微型钢板等易取出的装置来固定扩张螺栓，临床应用获得成功。此类牵张器的固定部分是钢板、螺钉等，与成熟的骨折内固定技术相近，固定可靠。功能部分是扩张螺栓，一般包括滑动杆和螺纹杆两部分：滑动杆主要起支撑和方向引导作用，螺纹杆是加力装置，加力位置暴露与口腔内。使用时，将牵张器固定于牙槽嵴颊侧水平截骨线两侧，间歇期后从留于口内的加力位置加力，旋转推进螺纹杆，牵张升高牙槽嵴(图 6-9)。经过 3～4 个月的固定，取出牵张器，植入种植体进行义齿修复。这种方法的固定、支抗、加力可靠，但需要二次手术取出牵张器，换用种植体。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

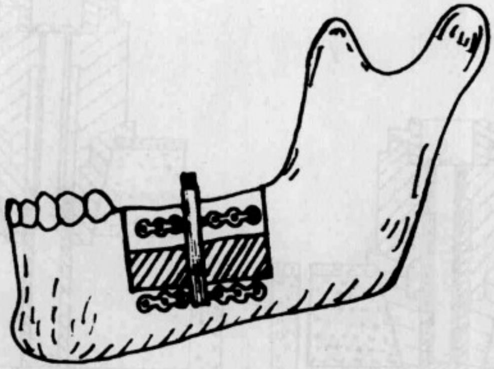


图 6-9　扩张螺栓式牵张器

2. 牵张种植体　为了减少手术创伤、缩短治疗时间，出现了牵张种植体。

Oda 等用 5 只成年杂种犬，拔除左下颌前磨牙，制作下颌牙槽嵴萎缩动物模型。12 周后前磨牙区箱形截骨，常规植入长 10mm，直径 3.75mm 圆柱状螺纹种植体，骨内段 5mm，另 5mm 暴露。7 天后开始旋入种植体加力，6 天时间牙槽嵴升高 5mm(图 6-10)。X 线片显示牵张后牙槽嵴增高(4.80±0.19)mm，50 周后剩余(3.98±0.39)mm，牵张后 12 周即有相当程度的钙化。组织学显示增生区内含有成熟的板层骨和编织骨，皮质厚度略低于两侧骨块。其后又报道 6 只犬，7 天牵张增高牙槽嵴 7.0mm 后即更换为普通牙种植体，12 周牙槽嵴剩余 6.1mm，骨种植体结合良好。

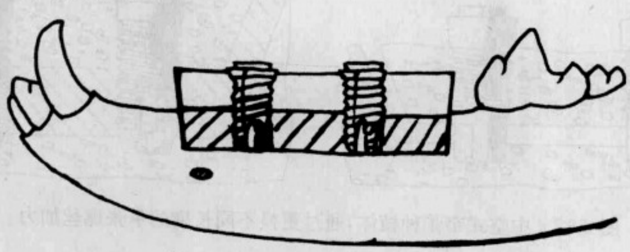


图 6-10　圆柱状牵张种植体牵张增高犬下颌牙槽嵴

Gaggl 报道了一种可直接用于后期修复的牵张种植体，其根尖部与常规种植体一样，但冠部为套筒式，中间为一圆柱状推进杆。通过推进杆中央的牵张螺丝加力，使种植体冠根部分离，牵张增高牙槽嵴。牵张后，种植体冠部更换为常规基桩，这样义齿修复时就不必再次种植了。该方法在动物实验和临床均获得了成功(图 6-11)。

Raghoebar、Klein、Urbani 等也分别报道了各自研制的牵张种植体获得成功。其设计思路基本一致，都是在牙槽嵴咬合面植入种植体，利用下部骨块作支抗，通过旋转种植体或其内部的牵张螺丝加力，牵张成骨增高牙槽嵴。然后再植入常规种植体或直接利用牵张种植体进行义齿修复(图 6-12)。

使用牵张种植体增高牙槽嵴，巧妙地将种植与牵张手术合二为一，方法简单，减少了创伤。但该方法利用下部骨块作支抗，一旦患者有骨质疏松或种植体下为骨松质，无法提供足

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

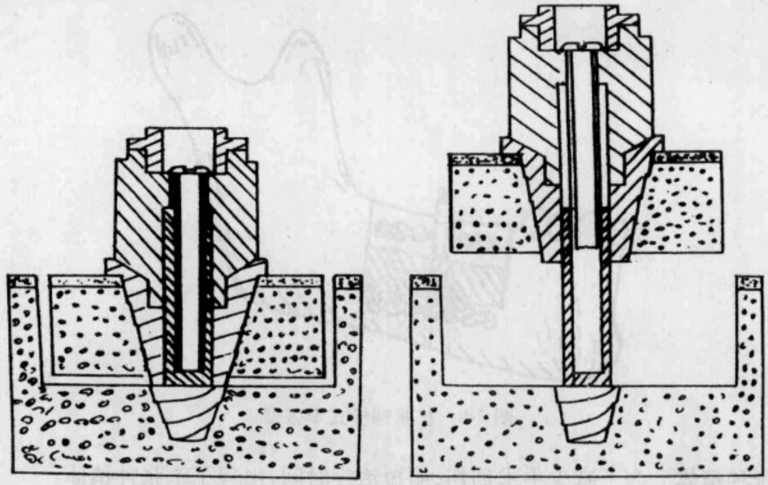


图 6-11　Gaggl 套筒式牵张种植体，通过中间推进杆加力，使种植体冠根部分离，牵张增高牙槽嵴，使冠部可更换为常规种植体基桩，直接进行义齿修复

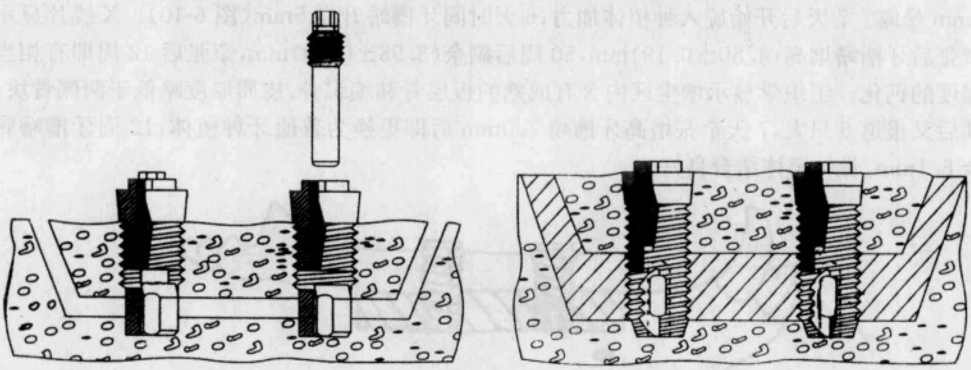


图 6-12　中空式牵张种植体，通过更换不同长度的牵张螺丝加力

够的抗力，加力后种植体会陷入下部骨块，致使牵张失败。故在使用时加力要轻缓，避免局部压强过大，同时在进一步研究中要注意采用增加支抗、减少局部压强的设计。

除了上述两类牵张器之外，也有用钛镍记忆合金制作完全埋置的微型牵张器，利用其形状记忆功能进行牵张，不需每日加力。该装置已在动物实验中获得成功。

（二）牵张手术的截骨方式

无论对于何种骨的再生形式，充足的血供都是成骨的基本条件。按照 Ilizarov 的理论，为了避免损伤骨髓血运循环，牵张手术时应行骨皮质切开术。但后来的研究证明，形成新骨的成骨细胞主要来源于骨膜，通过膜内成骨方式形成，完全截骨后牵张同样可以良好成骨。因此，骨髓内血供的保存并非绝对必要，骨髓内血管可在两周内修复。另一方面，牙槽嵴的特殊位置和结构使得在舌侧截骨较困难，故目前大多采用自颊侧的全层矩形截骨。手术中要注意保存舌侧黏骨膜的完整性，尽量保留截骨块骨膜的附丽，从而保存来自骨膜的血供。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

为了使增高的牙槽嵴外形更符合生理要求，Klug 等在下颌磨牙后区采用"L"形截骨。近中侧为一短竖状截骨线，而水平截骨线则延长至下颌升支，并靠一微型钢板与之相连，在牵张时成为转动中心。这样，近中侧牵张时可获得更多的骨量，也更符合正常解剖形态。

（三）牵张成骨后开始修复的时间

Consolo 等对牵张后不同时间患者牙槽嵴成骨情况进行了研究。40 天时，牵张区开始骨化；60 天时，纤维组织大多已骨化成编织骨；88 天后，牵张区的骨结构更加有序，但骨量有所减少，成骨活性减低，而破骨细胞活跃。他认为，牵张 60 天内骨量持续增加，其后随时间推移骨量开始减少，故建议牵张后早期植入种植体，以免因缺乏功能刺激而致骨量丧失。

Gaggl 等在动物实验中使用不必更换的牵张种植体，发现牵张后 3 个月骨密度持续增加，6 个月时只有牵张中心区骨改建尚未完成。术后 3 个月种植体虽然稳定，但直到 6 个月时才完成骨整合。目前的研究也多在牵张后 3～4 个月开始常规种植，6 个月进行义齿修复。

与颅面部其他部位的牵张装置一样，用于牙槽嵴增高术的两类牵张器均在口内留有加力位置，创面暴露，而口内的环境更容易造成感染。Mofid 等曾经调查了 3278 例颅面部牵张病例，最常见的术后并发症就是感染，其原因主要是遗留暴露创面。Troulis 等试图减少手术创伤及伤口暴露，曾用内窥镜完成了下颌骨截骨手术，但尚缺乏与之相配的完全埋置的牵张器。

应用牵张成骨的方法增高牙槽嵴可获得较多的骨量和同步牵张延长的软组织，是一种很有发展前途的牙槽嵴增高技术。Raghoebar 牵张增高了尖牙区仅余留 5mm 的下颌前牙区牙槽嵴，并最终植入长 12mm 的种植体。Chiapasco 等在一侧下颌骨截除后植入带血管的腓骨，其后用牵张的方法使腓骨增宽了 15mm，为义齿修复创造了良好的条件。

由于牙槽嵴的特殊解剖结构及口腔环境，牵张装置的微型化、完全埋置、自动加力以及手术的简单化、微创化，是迫切需要解决的问题，仍需要进一步研究。

（谢　旻）

参考文献

胡敏. 2000. 颅颌面骨牵张成骨的生物学基础研究. 口腔颌面外科杂志，10：146～148

蒯新春. 2000. 口腔颌面部畸形缺损外科学. 长沙：湖南科学技术出版社

邱蔚六. 1998. 口腔颌面外科理论与实践. 北京：人民卫生出版社

谢旻，胡敏，黄旭明等. 2001. 牵张成骨增高下颌后牙区牙槽嵴实验动物模型的建立. 军医进修学院学报，22：122

周树夏. 1994. 手术学全集：口腔颌面外科卷. 北京：人民军医出版社

Barker RD, Terry BC, Davis WH et al. 1975. Long term results of alveolar ridge augmentation. J Oral Surg, 37:486

Block MS, Chang A, Crawford C. 1996. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. J Oral Maxillofac Surg, 54:309

Chiapasco M, Brusati R, Galioto S. 2000. Distraction osteogenesis of a fibular revascularized flap for improvement of oral implant positioning in a tumor patient: a case report. J Oral Maxillofac Surg, 58:1434

Chin M, Toth BA. 1996. Distraction ostoegenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. J Oral Maxillofac Surg, 54:45

Clark HB. 1953. Deepening of labial sulcus by mucosal flap advancement: report of case. J Oral Surg, 11:165

Consolo U, Bertoldi C, Urbani G et al. 2000. Clinical evaluation, radiologic and histologic analysis in mandibular alveolar

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

distraction procedures. Preliminary study. Minerva Stomatol, 49:475

Davis WH, Delo RI, Ward WB et al. 1975. Long term ridge augmentation with rib graft. J Maxillofac Surg, 3:103

Dekcomen J, Stoelinga P, Tideman H et al. 1979. Interposed bone graft augmentation of the atrophic mandible. J Maxillofac Surg, 7:129～135

Gaggl A, Schultes G, Karcher H. 1999. Distraction implants: a new operative technique for alveolar ridge augmentation. J Craniomaxillofac Surg, 27:214

Gaggl A, Schultes G, Regauer S et al. 2000. Healing process after alveolar ridge distraction in sheep. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 90:420

Gerry RG. 1956. Alveolar ridge reconstruction with osseous autograft. J Oral Surg, 14:74

Harle F. 1979. Follow-up investigation of surgical correction of the atrophic alveolar ridge by visor osteotomy. J Maxillofac Surg, 7:283

Harle F. 1975. Visor osteotomy to increase the absolute height of the atrophied mandible. J Maxillofac Surg, 3:257

Hopkins R, Stafford GD, Gregory MC. 1980. Pre-prosthetic surgery of the edentulous mandible. British Dental Journal, 148:143

Hopkins R. 1982. A sandwich mandibular osteotomy: a preliminary report. Br J Oral Surgery, 20:155

Ilizarov GA. 1988. The principles of the Ilizarov method. Bull Hosp Joint Dis Orthop Inst, 48:1

Kazanjian VH. 1935. Surgery as an aid to more efficient service with prosthetic dentures. J Am Dent Assoc, 22:566

Kent JN, Quinn JH, Zide MF et al. 1982. Correction of alveolar ridge deficiencies with nonresorbable hydroxyapatite. J Am Dent Assoc, 105:993

Klein C, Papageorge M, Kovacs A et al. 2001. Initial experiences using a new implant based distraction system for alveolar ridge augmentation. Int J Oral Maxillofac Surg, 30:167

Klug CN, Millesi-Schobel GA, Millesi W et al. 2001. Preprosthetic vertical distraction osteogenesis of the mandible using an L-shaped osteotomy and titanium membranes for guided bone regeneration. J Oral Maxillofac Surg, 59:1302

Lew D, Clarke R, Shawbozian T. Use of a soft tissue expander in alveolar ridge augmentation: a preliminary report. J Oral Maxillofac Surg, 44:516

Mercier P. 1988. Ridge reconstruction with hydroxylapatite. Part 2. Ridge reconstruction based on residual anatomic structure. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 65: 641

Mofid MM, Manson PN, Robertson BC et al. 2001. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of 3278 cases. Plast Reconstr Surg, 108:1103

Oda T, Sawaki Y, Ueda M. 2000. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants, 15:95

Oda T, Sawaki Y, Veda M. 1999. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: an experimental study. Int J Oral Maxillofac Surg, 28:151

Pogrel MA. 1988. The lower border rib graft for mandibular atrophy. J Oral Maxillofac Surg, 46:95

Politi M, Robiony M. 1999. Localized alveolar sandwich osteotomy for vertical augmentation of the anterior maxilla. J Oral Maxillofac Surg, 57:1380

Raghoebar GM, Heydenrijk K, Vissink A. 2000. Vertical distraction of the severely resorbed mandible. The Groningen-distraction device. Int J Oral Maxillofac Surg, 29:416

Schettler D, Holtermann W. 1977. Clinical and experimental results of a sandwich-technique for mandibular alveolar ridge augmentation. J Maxillofac Surg, 5:199

Snyder CC, Levine GA, Swanson HM et al. 1973. Mandibular lengthening by gradual distraction. Plast Reconstr Surg, 51:506

Troulis MJ, Perrott DH, Kaban LB. 1999. Endoscopic mandibular osteotomy, and placement and activation of a semi-buried distractor. J Oral Maxillofac Surg, 57:1110

Urbani G, Lombardo G, Santi E et al. 1999. Distraction osteogenesis to achieve mandibular vertical bone regeneration: a case report. Int J Periodontics Restorative Dent, 19:320

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第七章 种植外科

第一节 概 述

口腔种植技术具有悠久历史，在古埃及和古代中国已有人使用金、银、铅、铁、瓷、象牙、宝石等材料制成人工牙，种入人体颌骨内进行装饰。18、19世纪在欧洲也有牙医将同种异体牙植入患者牙槽嵴的尝试，当然这很难获得成功。

现代种植学的发展得益于现代工业的发展，钴铬钼合金、钛、钽等高强度、耐腐蚀金属的出现为种植学技术的发展奠定了物质基础。

1937年，Strock使用钴铬钼合金制成的一段式种植体植入犬体内获得成功；1946年，他又将钽材料的两段式种植体成功应用于临床。Strock可能是最早进行种植体动物实验观察的学者，他应用组织学和影像学等方法对种植牙效果进行了评价，对开创现代口腔种植学起到了重要作用。经过25年的动物实验和临床研究，Branemark在1977年正式提出骨结合理论(osseointegration)，即活骨可达到与钛种植体表面直接接触。Albrektsson等则提出了影响种植体骨结合效果的4个基本因素：①种植体材料的生物相容性和表面形态设计；②受植床的状态；③外科植入技术；④义齿负重状况。Schroeder等采用新的切片技术获得了活骨与种植体直接接触的组织学图片，有力地证明了骨结合的组织学存在。以1982年多伦多会议为标志，Branemark的骨结合理论逐渐得到广泛认可，成为现代种植学基本理论，推动种植体在临床工作中大量应用。2002年，德国、意大利、法国、西班牙、瑞士、瑞典和英国等七国临床使用的种植体价值2亿美元，并以每年15%的速度增长；同期，美国使用种植体的价值为1.5亿美元，日本为0.5亿美元。据估计，从20世纪80年代以来，全世界已经有近千万患者进行了种植体修复。

第二节 种植义齿的适应证、禁忌证和成功的标准

种植义齿可以获得比传统活动义齿更好的功能和美学效果，对自身牙齿的损伤小于传统固定义齿，在生活质量要求不断提高的当今社会，其应用范围势必逐渐扩大。严格把握适应证和禁忌证对于患者健康和保证种植义齿成功极其重要。

一、适 应 证

随着技术和经验的增长，种植义齿的适应证逐渐扩大，一般说来，只要是牙缺失均可采用种植修复。下列情况下进行种植修复的效果优于其他修复方法或者只宜进行种植修复，包括：

(1) 无牙颌：特别是牙槽嵴吸收严重影响义齿固位者。

(2) 游离端缺失。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(3) 义齿承托区软组织无法耐受塑料基托材料，或者因软腭接触基托出现恶心、呕吐。
(4) 颌面部软硬组织缺损较多，常规修复体不能获得良好固位者。
(5) 多数余留牙松动，但暂时不考虑拔除。
(6) 肢体运动障碍摘戴活动义齿困难。
(7) 特殊职业患者如演员、播音员等。

二、禁　忌　证

1988 年，美国 NIH(国立卫生研究院)将下列情况列为种植体植入手术的禁忌证：急性疾病；晚期疾病；妊娠；未经控制的代谢性疾病；拟植入种植体的部位曾进行放射治疗；患者对治疗效果的期望值过高；手术者缺乏经验；种植体植入后无法修复。这其中不但考虑到患者的健康状况，也考虑到手术的难易程度和手术者操作技巧，说明对于禁忌证应该通过综合考虑进行把握。具体地说包括：

(一) 绝对禁忌证

(1) 严重的肾功能紊乱。
(2) 新发心肌梗死。
(3) 心脏换瓣术后。
(4) 严重代谢性疾病：如甲状腺、甲状旁腺、胰腺、肾上腺、垂体等腺体功能异常。
(5) 骨代谢紊乱。
(6) 正在进行放疗、化疗的患者。
(7) 酗酒和大量吸烟。
(8) 长期使用类固醇或其他免疫抑制剂。
(9) 影响血液凝固的血液系统疾病。
(10) 局部恶性肿瘤。
(11) 严重心理疾病。

(二) 相对禁忌证

(1) 可控制的糖尿病。
(2) 局部急性炎症。
(3) 曾经接受放疗、化疗。

三、种植体成功的标准

目前，对于评价种植体成功并无统一的标准，其中，1986 年 Albrektsson 提出的标准是目前比较公认的标准。
(1) 临床检查单个种植体无动度。
(2) 放射线检查 X 线片上种植体周围无透射影区。
(3) 种植体功能负荷 1 年后，垂直方向骨吸收少于 0.2mm/年。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(4) 种植后无下列不可逆症状：如疼痛、感觉异常、下颌神经管损伤。
(5) 按上述标准，5 年成功率达到 85%以上，10 年成功率达到 80%以上。

第三节　种植体手术基本程序

一、口腔专科检查

对患者的进行种植修复的口腔专科检查应综合考虑外科、修复、牙周、牙体、咬合关系等综合因素，目的是确定缺失牙位、数量、间隙和咬合关系，评价骨量、骨密度以及软组织的质和量。

(一) 临床检查

(1) 缺牙区牙槽骨的垂直高度、颊舌侧宽度、倒凹情况、牙弓间距。
(2) 缺牙区口腔黏膜、牙龈状况：应具有适当的厚度和弹性，对缺损情况应有所了解。
(3) 余留牙的牙体、牙周情况：牙周病和牙体病应先行治疗；影响修复的对颌牙齿和缺隙两侧过度倾斜的邻牙应预先处理。
(4) 咬合关系：应具备正常的覆殆、覆盖关系。
(5) 系带附着位置、舌体大小：系带位置过高影响种植体手术和修复，应进行处理。
(6) 口腔卫生状况：口腔卫生不佳的患者应进行全口洁治。
(7) 张口度：适当的张口度对于种植体手术是必须的。

(二) 放射学检查

(1) 全口曲面断层片：是种植修复最常用和最重要的影像学检查手段，通过内置一定直径的钢珠可以测量牙槽骨垂直高度、牙槽嵴顶部到下颌管、上颌窦的距离，观察骨质密度。曲面断层片的放大率可以通过下列公式校正：

$$放大率=\frac{X\text{线片上的钢珠直径}}{\text{实际钢珠直径}}$$

$$实际骨高度=\frac{X\text{线片上的骨高度}}{\text{放大率}}$$

尽管现在的种植体生产厂家多提供按照一定放大率制作的标尺，方便临床医生使用，但是内置钢珠仍是最准确的测量方法。

(2) CT：可以测量牙槽骨密度，重建组织结构图像，对颌骨垂直高度、颊舌侧宽度和近远中长度进行测量。CT 不会因为存在钛金属种植体而产生明显伪影，但价格较高。

(三) 模型研究

手术前取研究模型是种植义齿植入前的重要步骤之一，模型研究可达到以下目的：
(1) 测量缺牙近远中距离，确定种植体数量和直径。
(2) 测量缺隙垂直间距。
(3) 观察对颌牙与缺隙的相对位置关系，确定种植体颊舌侧位置。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(4) 观察牙槽嵴倾斜度，明确种植体的植入方向和是否需要使用角度基台。

(5) 观察牙槽嵴厚度。

(6) 制作模板和过渡义齿。

二、种植手术的一般过程

(一) 一段式种植和两段式种植

(1) 一段式种植体将种植体和基台直接相连，手术一期完成。由于手术后立即负重，这种方式难以达到骨结合，在现代种植系统中已经较少使用。

(2) 两段式种植体的种植体和基台之间通过不同形式的连接体相连，基台可以拆卸；根据患者口腔情况可以进行潜入式种植或者非潜入式种植。

(二) 一期手术过程(图 7-1～图 7-8)

(1) 消毒铺单：患者取仰卧位，0.2%氯己定溶液消毒口内，75%酒精消毒面部皮肤后铺单并包头。

(2) 麻醉：通常采用局部浸润麻醉，既可以满足手术镇痛需要，在损伤下颌神经时可以引起患者反应，避免更大的伤害；麻药目前多使用商品名为碧兰的复方阿替卡因。

(3) 切口和翻瓣：最常用的是牙槽嵴顶部切口，根据需要形成“H”形、“T”形、一字形或角形切口，用锐利的骨膜剥离器翻起黏骨膜瓣，缝线牵引并固定。

(4) 修整牙槽嵴：用龈下刮治器械对种植区邻近牙齿进行刮治；对种植区骨面过窄的骨嵴形态进行修整。

(5) 定位、导向和扩大孔径：使用球钻，根据事先制作的模板对种植体植入部位进行定位钻磨；根据确定的种植体方向，使用直径 2.0mm 的先锋钻在牙槽骨进行预备，并注意控

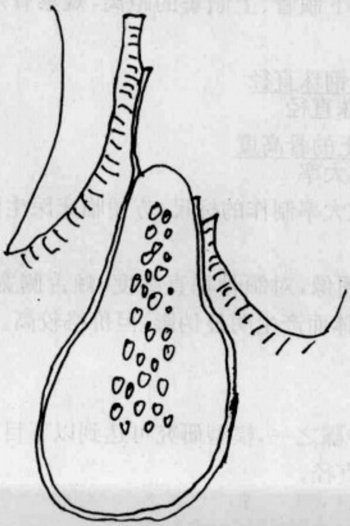


图 7-1　切口及翻瓣

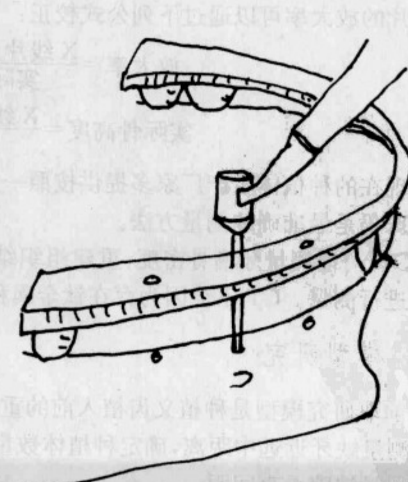


图 7-2　根据导板定位

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

制钻针长度；使用指示杆检查方向无误后，使用扩孔钻进行逐级备洞。

(6) 钻骨过程中应通过内冷却方式持续使用大量生理盐水局部冲洗降温。采用提拉式手法钻骨，避免钻头被卡住和局部产生高热。

(7) 植入种植体：将预定种植体旋入种植窝，达到设计扭矩值后，换用扭矩紧固达到25N·cm，种植体植入深度根据不同种植系统要求，可以位于牙槽骨下方1mm，也可以与牙槽骨水平平齐。

(8) 安装愈合螺丝：卸下种植体连接器，用扳手将愈合螺丝拧入种植体固位孔。

(9) 缝合伤口：生理盐水冲洗术区，彻底清理骨屑等异物，黏骨膜瓣复位，严密关闭伤口，术后轻咬纱布卷40分钟。

术后定期复查伤口愈合情况，口服抗生素并保持口腔卫生，按时拆线。

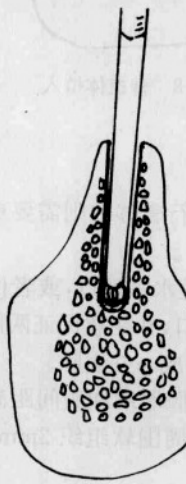


图 7-3 钻开骨皮质

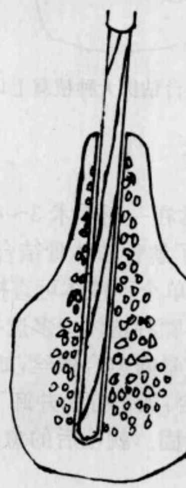


图 7-4 一级裂钻扩大

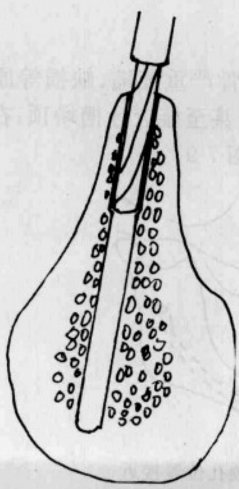


图 7-5 定向钻扩大

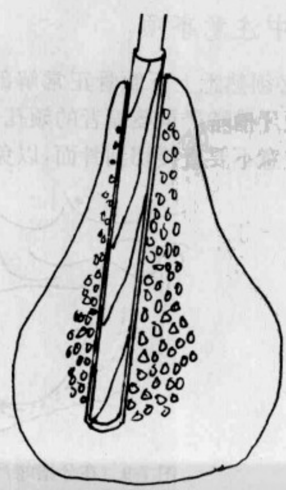


图 7-6 二级裂钻全程扩大

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

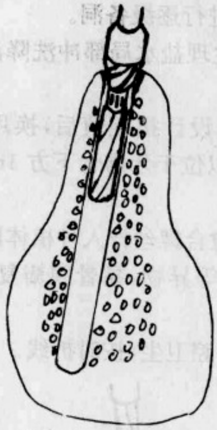


图 7-7　肩台钻扩大种植窝上口

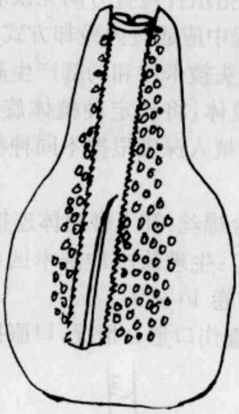


图 7-8　种植体植入

（三）二期手术

(1) 二期手术通常在一期手术 3～6 个月后进行，如进行骨移植则需要更长的时间。术前应拍摄曲面断层片了解种植体骨结合情况和种植体位置。

(2) 切口和翻瓣：单个种植体可直接在种植体顶部做短水平切口，或者使用穿孔器打孔将种植体顶部暴露；多颗种植体则多选择牙槽嵴顶水平切口，并注意保证两侧有充足的附着龈，用剥离器分离黏膜暴露愈合螺丝，如愈合螺丝上有骨生成一并去除。

(3) 安装愈合基台：扳手拧松并卸下愈合螺丝，根据黏膜厚度和颌间距离选择高度适当的愈合基台，旋入并紧固。就位后的愈合基台应保持高于周围软组织 2mm，以利于软组织成形。

(4) 缝合伤口，8 周后形成牙龈袖口并可以进行修复。

（四）术中注意事项

(1) 术者必须熟悉上下颌骨正常解剖，以及因牙槽骨严重萎缩、缺损等原因带来的变化。例如，下颌牙槽嵴严重萎缩者的颏孔位置相对增高，甚至接近牙槽嵴顶，在下颌前磨牙区域切口时，注意不要直接切到骨面，以免损伤颏神经(图 7-9)。

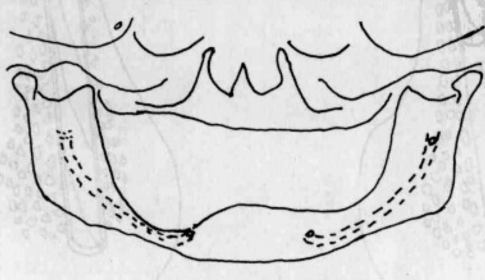


图 7-9　在牙槽嵴严重萎缩的患者，颏孔位置接近牙槽嵴顶，要注意保护下齿槽神经血管束

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（2）钻骨时必须充分降温，局部温度不应超过 42℃，以免损害成骨细胞活力，影响骨结合。

第四节　骨组织手术

由于上颌骨、下颌骨的解剖因素和各种原因造成的牙槽骨吸收，在种植修复发展的初期，其应用范围受到很大限制。近年来发展的骨增量技术逐渐改变了这一局面，使得早年的手术禁区成为种植修复的术区。

一、牙槽骨的高度和宽度

临床缺牙后，牙槽嵴经常出现骨缺损或者骨吸收，造成骨体积下降，据报道有超过 50% 的种植患者需要进行各种形式的牙槽骨重建。

1. 牙槽骨水平吸收　可造成牙槽突垂直高度降低，影响植入种植体的长度。

2. 牙槽骨垂直吸收　牙槽骨垂直或者斜向吸收后颊舌径降低，影响植入种植体直径以及美学效果。

二、牙槽骨的密度和质量

不同部位的牙槽骨其质量不同，下颌颏孔之间骨密度最高，然后依次为下颌颏孔后区、上颌前牙区和上颌后牙区。

Lekholm 和 Zarb 将骨质量分成四类。第一类：大部分由均匀的密质骨构成；第二类：较厚的皮质骨包绕紧密排列的骨小梁；第三类：薄层皮质骨包绕紧密排列的骨小梁；第四类：薄层皮质骨包绕疏松排列的骨小梁。第二类和第三类种植修复的成功率较高而第四类成功率最低。

三、常用骨组织手术

（一）骨挤压术

（1）骨挤压是提高局部骨密度的一种外科技术，可降低骨质疏松对骨结合的不良影响，提高种植体的初期稳定性，具有操作简单、损伤小的特点。

（2）一般应用于骨密度较低（Ⅲ级、Ⅳ级）的情况，不可用于高密度骨。

（3）因下颌骨牙槽嵴质地较硬，骨挤压器通常应用于上颌骨。

（4）方法：先使用先锋钻导向并达到预定深度，然后使用直径大于 2.0mm 的骨挤压器，敲击进入种植窝，逐级备洞；最后植入的种植体直径应稍大于骨挤压器。

（5）一旦在牙槽嵴凹陷处造成颊侧或者舌侧骨壁穿孔、骨折，应使用 GBR 技术。

（二）骨劈开技术

（1）牙槽骨高度足以容纳一定长度的种植体，但宽度不足，在牙槽嵴密度较低（Ⅲ级、

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Ⅳ级)的条件下,可使用此技术。

(2) 使用超声骨刀或者裂钻将牙槽嵴从中间水平截开形成间隙后,使用双面骨凿敲击进入形成完整的颊侧、舌侧骨板;结合使用骨挤压技术和先锋钻控制导向,植入种植体。

(3) 骨劈开间隙填充自体骨或者异体骨材料可以帮助种植体获得初期稳定性。

(4) 骨劈开的力度不可过大,以免造成皮质骨断裂甚至造成骨折,影响种植体初期稳定性。

(三) 自体骨上置法植骨

自体骨上置法植骨是增加牙槽骨垂直高度和宽度的最有效方法之一,根据骨量缺损程度,通常选择髂骨和下颌骨颏部、外斜线为供区。

1. 髂骨取骨术 髂骨为皮质松质骨,骨量充足,可以修复较大的颌骨缺损,修复范围可达到 6~8cm。但缺点是供区和受区不在同一个术区,而且患者需住院在全麻下进行手术,创伤较大。

2. 颌骨取骨术 下颌骨的颏部和外斜线位于口腔内,麻醉和手术相对方便,是临床常用的供骨区域。

(1) 颏部取骨术:先行测量受区缺损的骨量;口腔内膜龈联合下方前庭沟切口暴露颏部骨面,在距离颏部中线、下颌骨下缘、颏孔和牙根尖至少 0.5cm 的区域可以取骨,缺损用明胶海绵充填止血;取骨工具为细裂钻、环钻或者超声骨刀,根据缺损大小取骨截断骨皮质后使用小骨凿将方形或圆形骨块翘起,浸泡在生理盐水中备用;颏部伤口严密缝合后加压包扎。颏部取骨应特别注意避免损伤颏神经袢部(图 7-10)。

(2) 外斜线取骨术:在第三磨牙颊侧水平或者角形切口暴露外斜线,无创拔牙后在外斜线用裂钻或者环钻截骨,骨凿取下,供区伤口处理方法与颏部取骨方法相同(图 7-11)。

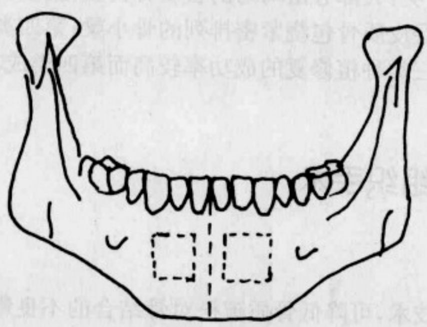


图 7-10 颏部取骨部位

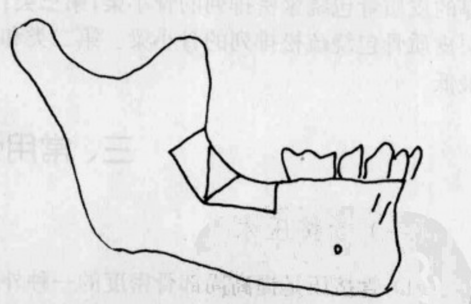


图 7-11 下颌骨外斜线取骨部位

3. 上置法植骨 可以在受区颊侧或牙槽嵴顶部进行上置法植骨。受区应使用球钻适当调磨,以便于移植骨就位贴合,尽量减小与受区之间的间隙;受区用细裂钻钻孔渗血;用固位钉将移植骨块牢固,适当调磨尖利的骨缘,并用自体骨屑或者异体骨颗粒填充移植骨与受体骨之间的间隙,并采用 GBR 技术保护后,缝合伤口。

4. 上颌窦提升技术

(1) 上颌窦底部骨条件

1) 可用骨高度大于 12mm,可直接植入种植体。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

2）可用骨高度8～12mm，适合用上颌窦冲顶术将上颌窦底提高，不穿通窦底黏膜，同期植入种植体。

3）可用骨高度5～8mm，开窗提升上颌窦底部黏膜，如残留下颌骨骨质较好可以同期植入种植体。

4）可用骨高度小于5mm，开窗提升上颌窦底部黏膜，根据成骨情况，延期植入种植体。

（2）开窗手术方法（图7-12～图7-15）

1）切口：常用牙槽嵴顶部横行切口加近中/远中垂直松弛切口，翻瓣暴露颊侧骨壁。

2）开窗：使用球钻或超声骨刀在高于上颌窦底部以上形成一个圆形或矩形骨窗，保留骨窗内骨块；继续钻磨直到暴露出上颌窦黏膜。

3）剥离上颌窦黏膜：使用不同角度的上颌窦黏膜分离器将开窗骨块连同黏膜完成推向上颌窦内的上方；检查见窗口骨块和上颌窦黏膜一道随这呼吸上下移动，说明上颌窦黏膜完好；升高的高度达到1～1.5cm足够。

4）植入移植物：根据上颌窦底部黏膜抬高后的空间，选择适当量的骨移植材料，填置于新形成的腔隙，并使用覆盖膜技术，严密缝合伤口。

5）术后上颌窦区肿胀较重，应常规使用抗生素和止痛药物；遗嘱避免擤鼻涕、游泳、打喷嚏，必要时使用激素。

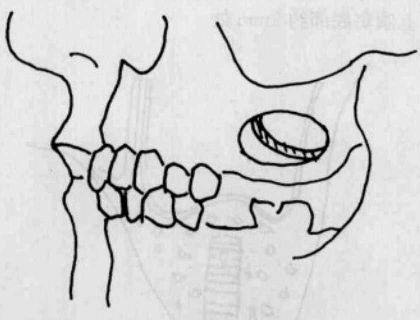


图7-12 在高于上颌窦底部以上开窗，显露上颌窦黏膜

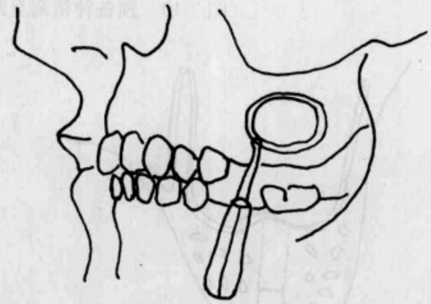


图7-13 剥离上颌窦黏膜

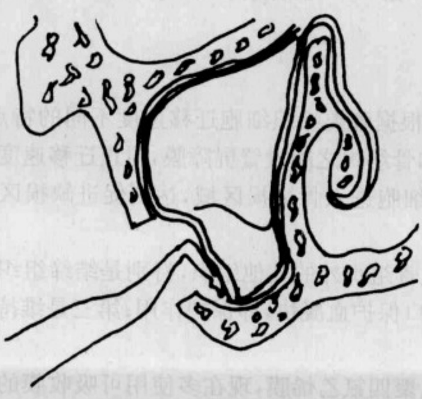


图7-14 剥离上颌窦黏膜

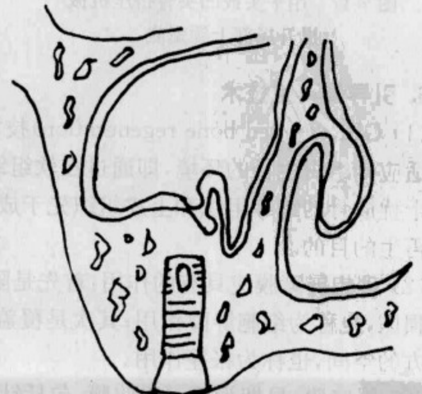


图7-15 上颌窦提升手术成功后植入种植体

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

6）如果不慎穿通上颌窦黏膜，应使用GBR技术，延期植入种植体。

（3）上颌窦底冲顶术（图7-16～图7-18）

1）上颌窦底部到牙槽嵴顶部距离在8～12mm时，可以采用非开窗式上颌窦底提升术，最多可将上颌窦底部顶起4mm。

2）正常预备种植窝，深度达到距离上颌窦底部约2mm处，从种植窝入路使用平头或凹头骨挤压器械，使得局部上颌窦底部黏膜和骨块在敲击力量下逐渐提升至合适深度。

3）术中注意测量深度，控制力量适中，不要损伤上颌窦黏膜。

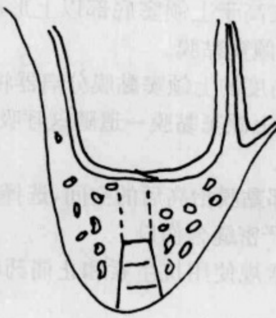


图7-16　预备种植窝至距离上颌窦底部约2mm处

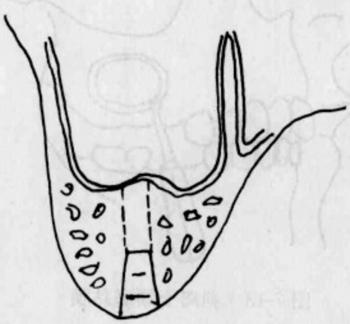


图7-17　用平头或凹头骨挤压机械提升局部上颌窦底

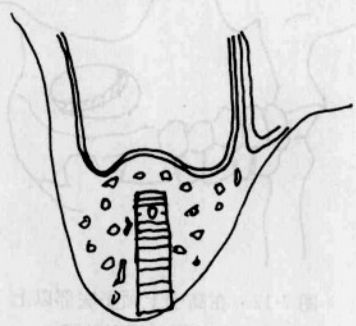


图7-18　上颌窦提升手术成功后植入种植体

5. 引导骨再生技术

（1）GBR（guided bone regeneration）技术：根据各类组织细胞迁移速度不同的特点，创造出适应骨组织生长的环境，即通过在软组织和骨组织之间设置屏障膜，阻止迁移速度较快并可干扰成骨的结缔组织和上皮组织先于成骨细胞进入骨缺损区域，达到促进缺损区骨修复性再生的目的。

（2）理想屏障膜应具有的作用：首先是阻止骨组织外的其他组织，特别是结缔组织进入骨缺损区，也称为细胞屏障作用；其次是覆盖伤口保护血凝块，即保护作用；第三是维持组织瓣下方的空间，也称为帐篷作用。

（3）屏障膜：早期为不可吸收膜，包括钛膜、聚四氟乙烯膜，现在多使用可吸收膜的胶原膜，具有自动降解能力，避免了二期手术。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(4) 应用范围：适用于骨性术区缺损或者需要增加骨高度和骨宽度的部位，主要包括：皮质骨缺损、牙槽骨凹陷吸收过薄、种植体植入后颈缘暴露等；GBR 技术应与骨移植材料共同使用。

(5) 引导骨再生手术

1) 切口：通常为牙槽嵴顶部横切口，并向颊侧形成角形或者梯形切口，翻起黏骨膜瓣，暴露接受骨移植区域。

2) 种植体植入。

3) 植入骨或者骨代用品：在缺损区域植入自体骨或者骨移植材料，覆盖暴露的种植体，移植材料应超过种植体周围 2mm 以上。

4) 使用屏障膜：根据植骨面积将可吸收膜剪成相应形状，覆盖在骨移植材料表面，要求膜边缘超出缺损范围 2mm；必要时使用钛钉将膜固定在骨壁上，保证膜稳定性，也可将可吸收膜与牙龈组织缝合固定。

5) 缝合伤口：严密关闭伤口，如果存在张力则应采用滑行瓣或者转移瓣的方法消除张力后缝合。

(6) 禁忌证

1) 手术区域的急性炎症。

2) 临牙未控制的牙周炎症。

3) 口腔卫生不佳。

4) 无法形成骨间隙的部位：GBR 技术的关键是在一定的空间内形成新骨，如果是长而平缓的刃状牙槽嵴是难以应用 GBR 技术的。

第五节　软组织处理

种植体修复是费用较高的修复方式，患者应当获得比传统修复方式更好的美学效果，其种植体周围中软组织的形态和质量直接影响修复效果，这一点在前牙美学区域更为明显。

一、理想的软组织效果

(1) 种植体颈部袖口封闭良好，无急慢性炎症。

(2) 牙龈和牙间乳头形态、颜色、丰满度均接近正常牙龈，修复体和种植体的金属边缘不外露。

(3) 牙龈曲线连续，与余留牙协调，无“黑三角”。

二、影响软组织条件的因素

(1) 急性、慢性炎症会造成牙周组织不同程度的退缩，缺牙区的软组织比邻近牙周组织更薄更少。

(2) 牙齿缺失后局部黏膜随牙槽骨吸收而萎缩，特别是多个牙缺失后牙间乳头消失。

(3) 创伤造成的软组织不足或瘢痕。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、软组织处理常用技术

（一）游离黏膜移植

(1) 用于为种植体周围提供适当宽度的附着龈，便于清洁，供区以腭部为最佳。

(2) 方法：在受区角化龈边缘或者牙龈缘做一前庭沟切口，在骨膜上层次将黏膜和黏膜下组织分离，向根方滑行到预定位置；测量骨膜创面大小后，从供区切取硬腭表层牙龈组织，注意控制深度不要损伤腭大神经血管束，供体的边长应大于受区边长 2mm，边角圆钝；腭部供区使用碘纱压迫，并用预制的丙烯酸树脂基托覆盖保护；将供体置于受区创面就位后，间断缝合四边关闭伤口。约一周后移植牙龈从白色开始转为红润并紧贴创面，说明移植物成活。

（二）游离结缔组织移植

(1) 质地坚韧，易缝合，可以为牙龈上皮提供血管床，适用于重建颈缘和牙间龈形状。

(2) 方法：在受区测量需要衬垫结缔组织的区域大小，在腭侧穹隆切开牙龈后，切取所需大小的结缔组织片；缝合腭部伤口；将游离结缔组织缝合固定于受区黏膜之下。

（三）局部滑行瓣

(1) 植入种植体或者进行上置法植骨后，黏膜张力通常较大，无法直接关闭伤口，勉强拉拢缝合是不能达到一期愈合的，局部滑行瓣是最有效的方法。

(2) 牙槽嵴上方“H”形切口后在颊侧形成梯形瓣，在梯形瓣的根方骨膜上，用眼科剪对附着于黏膜下层的骨膜纤维进行潜行分离，可以松解颊侧组织瓣显著降低张力，松弛地覆盖在手术区骨面上。

(3) 这种方法带来的问题是前庭沟变浅，可能需要二期手术修整。

第六节 种植体手术并发症

一、术后并发症

（一）术后出血

术中损伤知名血管，如舌动脉分支，尽管术中出血不多，但术后仍可能持续出血并造成血肿，甚至危及生命。为了避免这种意外，术中应注意切口勿偏舌侧，翻瓣时紧贴骨面；见到活跃出血点应注意确切止血，不可忽略。

（二）神经损伤

(1) 颏神经损伤：主要表现为患侧下唇皮肤、黏膜及牙龈麻木。在预备下颌前磨牙区域种植窝的过程中，切口和翻起黏骨膜瓣时可直接损伤颏神经；钻孔、种植体植入过深时也可

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

损伤颏神经；或者手术中过度牵拉可造成颏神经一过性损伤。为避免颏神经损伤，术前应仔细分析牙槽骨吸收情况，判断颏神经、颏孔的位置，避免窝洞预备和种植体植入过深，如发现种植体过深应将其向外适当旋出；同时注意术中牵拉黏骨膜瓣应手法轻柔。只要不是切断损伤，多数颏神经损伤是可以恢复的。

(2) 下齿槽神经损伤：表现为患侧下唇和颊部皮肤麻木。下齿槽神经损伤多由于手术中种植窝预备和种植体植入过深，直接损伤所致。预防方法主要是术前精确测量，预备深度和种植体植入位置保持距离下颌管 2mm；麻醉方法采用局部浸润麻醉，发现患者出现麻木疼痛反应时应停止继续深入，而将种植体适当旋出。

(三) 种植体早期松动

(1) 表现为种植体植入后初期稳定性不好，难以达到种植体骨性结合，甚至结缔组织长入种植体周围，发生种植体周围炎，导致种植体脱落失败。

(2) 影响种植体获得初期稳定性的原因：包括备洞过程中钻孔方向不稳定，种植窝被扩大，直径大于预备植入的种植体；患者骨质较软；骨量不足侧壁穿孔；种植窝预备过程中降温不充分影响成骨细胞活性，妨碍骨结合等等。

(3) 预防和处理：熟练的手法对于获得种植体初期稳定性非常重要；如果术中发现种植体无法获得初期稳定性，若骨量充足应及时将其去除并更换直径稍大的种植体重新植入；如果骨量不足则应取出种植体关闭伤口，待半年后重新手术。

(四) 种植体周围早期炎症

种植体植入后数天内可出现手术区肿胀、疼痛甚至溢脓，造成局部黏膜溃破穿孔，种植体暴露。这种情况下应使用过氧化氢溶液、生理盐水冲洗，充分引流，并及时取出愈合螺丝，更换为愈合基台，更有利于促进伤口愈合。

二、远期并发症

(一) 种植体折断

(1) 种植体可以因疲劳、受力不合理、咬合创伤等原因发生折断，具体表现为 X 线片显示种植体错位；临床检查见种植体修复体松动、咬合紊乱、咬合疼痛等；

(2) 处理方法：折断部位在种植窝内应取出残留种植体，待骨质愈合后再次植入种植体，重新制作修复体；如果折断部位在靠近龈缘处，患者不能接受拔除种植体的，也可以考虑通过更换基台和焊接的方式进行修复，但可靠性不高。

(二) 进行性牙槽骨吸收

(1) 表现：术后第一年种植体周围骨吸收垂直高度超过 1mm，以后吸收速度超过 0.2mm/年，X 线片显示种植体近远中骨高度水平降低，或者一侧垂直骨吸收。

(2) 处理方法：及时控制菌斑，清除牙结石和种植体周围炎；避免种植体负载过大和不当受力；如果因骨吸收造成冠根比例不当，失败风险很大。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第七节 腓骨垂直牵引成骨重建牙槽嵴

各种原因造成的下颌骨大段缺损功能修复，是困扰口腔颌面外科医师的一大难题。1989 年，Hidalgo 首次利用游离腓骨瓣重建下颌骨缺损取得成功，随后这一方法得到推广应用。游离腓骨瓣具有骨量充足；骨膜和髓腔双重血供，可三维塑形；皮岛具有神经感觉功能，可以重建口腔感觉；血管易吻合；血管蒂长度可达 12cm，可避免血管移植；供区远离肿瘤术区，可以实施双组手术等优点，被认为是缺损长度超过 6 个牙位时进行下颌骨重建的最佳选择。

但腓骨瓣也存在自身高度不足的显著缺点。腓骨的直径为 13mm 左右，很少超过 15mm，骨皮质厚度 4mm，而下颌骨高度通常为 30mm。将腓骨固定在下颌骨下缘时颌间距离过大，牙种植体修复时，无法使用长度超过 12mm 的种植体，也无法达到合理的冠根比例。设计冠根比例不合理的种植体修复会造成螺丝松动、种植体折裂，还带来美观效果欠佳、不易清洁等问题。

牵引成骨方法具有重建骨段缺损的能力，是 1905 年由 Codivilla 首先提出的，1960 年由 Ilizarov 进行了系统化完善，在长骨的延长方面取得很大成功。20 世纪 90 年代开始这一方法被应用于口腔颌面部，治疗先天性畸形、呼吸暂停综合征以及各种原因造成的颌骨缺损，其中 Block 率先进行了牙槽骨垂直牵引动物试验，Chin 和 Toth 最早对创伤造成的牙槽嵴缺损进行了垂直牵引治疗。近年来有学者开始尝试对修复下颌骨的腓骨进行垂直牵引以获得良好的种植条件。

一、腓骨垂直牵引的发展状况

Friedrich 等 1997 年报告 3 例腓骨瓣重建下颌骨大段缺损后，应用口外牵引器对颏部进行的垂直牵引增高取得成功。这可能是最早有关腓骨垂直牵引的报告，但作者并未说明是否采用种植体修复。随后几年中又出现了一些对于腓骨瓣进行垂直牵引的个案报告，其中 Chiapasco 等在牵引后的腓骨和双层折叠腓骨分别植入 3 颗和 4 颗种植体后发现：两者的骨质量都很好，所有种植体均达到初期稳定性。Klesper 等 2002 年报告成功地为 9 位患者进行下颌骨切除腓骨重建后的垂直牵引，3 人为种植体支持固定修复，6 人为种植体杆式覆盖义齿修复。林野等 2006 年报告对 13 例腓骨瓣移植重建下颌骨后垂直骨牵引，并顺利完成种植体修复，是迄今完成病例数量最多的报告。

二、适 应 证

腓骨垂直牵引适用于游离腓骨瓣修复下颌骨缺损 6 个月以上，一般情况良好，肿瘤无复发，准备进行种植体植入而垂直距离不足的病例。文献中已完成治疗的患者年龄从 14 岁到 65 岁，牵引部位包括下颌骨颏部和体部。手术前后接受放、化疗的患者也可成功完成牵引，无特别禁忌证。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、牵引方法

(一) 牵引器

除最早的牵引报告使用了口外牵引器之外，目前所有的腓骨垂直牵引报告均采用口内骨外牵引器，主要是马丁公司产品。该牵引器是将微型钛板通过焊接与滑动牵引螺丝相连接的装置，其中微型钛板用于分别固定移动骨段和基础骨段，而通过暴露于口腔的牵引螺丝对移动骨段的升高进行调节。这种牵引器被认为可以有效固定移动骨段，并可以校正牵引方向，已达到更理想的种植体植入条件。在牙槽嵴垂直牵引中曾广为应用的骨内螺栓牵引器和较新的牵引种植体在腓骨垂直牵引中未见使用。

(二) 外科技术

类似牙槽骨的垂直牵引。根据手术范围选择全麻或局麻，采用前庭沟切口暴露待牵引的腓骨，保护舌侧软组织血供；拆除内固定钛板后先进行长度在 25～65mm 的水平截骨，并保证移动骨段的高度在 5mm 左右；固定牵引器；垂直截骨并保证截骨方向平行或者略向上敞开，试牵引移动骨段可以活动自如；可吸收线缝合伤口并给予抗感染治疗。

(三) 牵引过程

遵循 Ilizarov 原则。除 1 例术后立即开始牵引外并获得成功外，多数学者坚持在牵引开始之前有 7～10 天的间歇期，他们认为这对于需要承受张力的软组织愈合是非常重要的。牵引速度为 0.5mm/12h，每天两次，根据缺损高度决定牵引持续时间，一般增高 10mm 以上，有记录的最大牵引高度为 20mm。停止牵引后保持 10～24 周不等的稳定期，拆除牵引器并进行软组织成形手术。这一牵引过程与使用口内型骨外牵引器对牙槽嵴进行垂直牵引治疗的方法基本相同。

(四) 牵引过程的监控

定期临床和 X 线片检查是主要的监测手段。有文献报告采用频率 10MHz 左右的 B 超检查可以更精确观察牵引间隙增大和成骨情况。超声检查比放射线检查更早地发现牵引间隙的骨痂形成，有助于判断成功和失败。超声检查可以随意调整，简便可行，但不能完全取代放射线检查，特别是在种植体植入后。这一方法也用于对髂骨和牙槽骨垂直牵引的监测。

四、种植和修复

首先制备印模分析种植体植入的最佳部位。具体种植体的植入时间有所不同，Klesper 等在经过 12 周稳定期拆除牵引器的同时植入种植体，Marchetti 等则在拆除牵引器 6 周后植入种植体，均获得成功；种植体长度一般 15～18mm。同普通种植体一样，4 个月后经过 X 线片检查确认达到骨融合，暴露种植体并根据患者具体情况选择种植体支持的固定义齿或杆式活动义齿修复。其中林野等对种植义齿进行了最少 6 个月随访，Klesper 等进行了 2 年

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

以上随访，疗效满意。

五、腓骨垂直牵引成骨的组织学特点

腓骨与牙槽骨的解剖结构存在很大差异，由于制作动物模型的困难，这方面的研究远不如对牙槽嵴牵引的研究充分，现有文献均来自对临床病例的活检观察。

Marchetti 等发现：垂直牵引后 16 周骨间隙内有成熟的紧密板层骨出现，可见破骨细胞和骨改建，骨髓腔比例 45%；垂直牵引 6 个月后间隙内的骨更加成熟致密，可见少量破骨细胞，骨髓腔比例 35%。Klesper 等观察的病例中，牵引 12 周后牵引间隙内为局部具有成骨活性的松质骨，拆除牵引器后腓骨高度保持稳定，他们认为或许可将牵引后的稳定期缩短到 8 周。

韩正学等以山羊胫骨为对象进行垂直骨牵引发现：牵引完成后 1 个月未暴露侧的骨间隙形成较多的松质骨，骨髓腔内为纤维结缔组织，而暴露侧新骨较少且分部在间隙两侧；牵引完成后 2 个月未暴露侧的骨间隙充满新骨，外侧有薄层皮质骨形成，暴露侧水平骨间隙内由两侧向中央成骨，余留小的骨间隙；牵引完成后 3 个月未暴露侧的骨间隙已经改建完成为皮质骨，暴露侧的间隙内仍存在部分致密的纤维组织，部分新生松质骨占据髓腔。作者用自体肌膜保护暴露侧间隙后，暴露侧骨愈合情况接近非暴露侧。

上述观察说明腓骨在垂直牵引 3 个月后通过膜内成骨基本达到骨愈合，维持四周为皮质骨、中央为骨髓腔的长骨形态但直径增粗，原先的骨髓腔可以部分为新生松质骨占据，但不会完全充满，不会象牙槽骨那样在牵引间隙内长满松质骨。这一结果提示我们：种植体必须同时进入腓骨两侧的皮质骨其稳定效果才会更可靠，骨与种植体的接触面积也更大。

六、腓骨垂直牵引成骨的并发症

牙槽嵴垂直牵引术中可以发生移动骨段位置向舌腭侧偏斜、骨折、成骨量不足、移动骨段过早愈合以及局部感染等并发症，有文献报告发生率可达 21.6%～75.7%，但经过处理只有个别情况影响牵引效果和最终修复。

目前腓骨垂直牵引的并发症报告很少，Klesper 等报告 9 个病例中有 4 例出现局部血肿，2 人发生软组织炎症，经过治疗都顺利痊愈。但从理论上说发生在牙槽嵴垂直牵引过程中的多数并发症在腓骨牵引过程中也有可能发生，处理方法也基本相同，只有下齿槽神经损伤是不会发生的。

目前，解决游离腓骨瓣重建下颌骨后垂直高度不足的方法主要有 4 种：①将腓骨瓣固定位置上移，这样会造成下颌骨下缘的连续性中断，面形美观受到影响；②将腓骨瓣双层折叠使用，这样虽然可以增加高度，但是腓骨修复长度的优势就大打折扣，同时也容易影响血供；③腓骨上贴附植骨，会造成额外的供区创伤；④垂直牵引成骨。相比而言腓骨垂直牵引成骨可以同时获得硬软组织条件改善，避免了额外的供区创伤，是最有前途的方法。但是其临床经验有待积累，特别是进行种植体修复后的远期效果尚有待验证。

（许亦权　杨　舸）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

参考文献

韩正学. 2004. 管状骨垂直牵引结合牙种植的实验研究. 上海第二医科大学博士学位论文

靳升荣，朱磊，李华等. 2001. 带血管蒂腓骨复合组织瓣修复下颌骨缺损的应用解剖. 四川解剖学杂志，9:27～28

林野，李健慧，丘立新等. 2006. 口腔种植修复临床效果 10 年回顾研究. 中华口腔医学杂志，41(3):131～135

林野，王兴，毛驰等. 2006. 功能性颌骨重建 61 例临床分析. 中国口腔颌面外科杂志，4(1):14～19

Block MS, Chang A, Crawford C. 1996. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. J Oral and Maxillofacial Surgery, 54: 309～314

Chiapasco M, Brusati R, Galioto S. 2000. Distraction osteogenesis of a fibular revascularized flap for improvement of oral implant positioning in a tumor patient: a case report. J Oral Maxillofac Surg. 58(12):1434～1440

Chiapasco M, Consolo U, Bianchi A et al. 2004. Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a multicenter prospective study on humans. Int J Oral Maxillofac Implants. 19(3):399～407

Chin M, Toth BA. 1996. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. J Oral and Maxillofacial Surgery, 54: 45～53

Enislidis G, Fock N, Millesi-Schobel G et al. 2005. Analysis of complications following alveolar distraction osteogenesis and implant placement in the partially edentulous mandible. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 100 (1):25～30

Friedrich RE, Hellner D, Plambeck K et al. 1997. Application of B-scan ltrasonography for analysis of callus distraction in vascularized fibular grafts of the mandible: a report of three patients. J Oral Maxillofac Surg, 55(6):635～640

Hidalgo DA. 1989. Fibula free flap : A new method of mandible reconstruction. Plast Reconstr Surg, 84: 71

Klesper B, Lazar F, Siessegger M et al. 2002. Vertical distraction osteogenesis of fibula transplants for mandibular reconstruction—a preliminary study. J Craniomaxillofac Surg, 30(5):280～285

Kunkel M, Wahlmann U, Reichert TE et al. 2005. Reconstruction of mandibular defects following tumor ablation by vertical distraction osteogenesis using intraosseous distraction devices. Clin Oral Implants Res, 16(1):89～97

Levin L, Carrasco L, Kazemi A et al. 2003. Enhancement of the fibula free flap by alveolar distraction for dental implant restoration: report of a case. Facial Plast Surg. 19(1):87～94

Marchetti C, Degidi M, Scarano A et al. 2002. Vertical distraction osteogenesis of fibular free flap in mandibular prosthetic rehabilitation: a case report. Int J Periodontics Restorative Dent, 22(3):251～257

Matsuura M, Ohno K, Michi K et al. Clinicoanatomic examination of the fibula: anatomic basis for the dental implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants, 1999, 14:879～884

Nocini PF, Albanese M, Buttura da Prato E et al. 2004. Vertical distraction osteogenesis of the mandible applied to an iliac crest graft: report of a case. Clin Oral Implants Res, 15(3):366～370

Nocini PF, Wangerin K, Albanese M et al. 2000. Vertical distraction of a free vascularized fibula flap in a reconstructed hemimandible: case report. J Craniomaxillofac Surg, 28(1):20～24

Siciliano S, Lengele B, Reychler H. 1998. Distraction osteogenesis of a fibula free flap used for mandibular reconstruction: preliminary report. J Craniomaxillofac Surg, 26(6):386～390

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第八章　颌骨缺损修复

第一节　颌骨缺损修复与义齿修复

颌骨缺损修复的目的是恢复骨的连续性，为义齿修复创造条件，改善患者面容。

一、义齿修复对移植骨的要求

（一）活动义齿

活动义齿的固位主要依靠牙槽嵴的支持作用和黏膜的吸附作用。在正常下颌骨上修复，低平的牙槽嵴明显提高了修复的难度。如欲在移植的下颌骨上行传统的活动义齿修复则要求移植骨能尽量恢复牙槽嵴的高度，同时在软组织方面还要有一定的附着龈宽度和前庭沟的深度，这样才能避免义齿的松动和软组织的创伤。

（二）固定义齿

固定义齿的支持和固位主要依靠基牙，下方的牙槽嵴起到一定的支持作用。但如果牙槽嵴过低或消失造成临床牙冠过长，不仅影响美观，也会使基牙的𬌗力增大。在正常的下颌骨中，固定义齿对牙槽嵴的高度要求不大，有一定的高度即可。在下颌骨缺损或缺失的患者中，通常伴有连续的牙齿缺失。如果伴有 1～3 颗的牙齿缺失，还有可能进行固定义齿修复，这同时还要看缺牙的位置，如果伴有 3 颗以上的牙齿缺失则不宜行多单位的固定桥体修复（$\overline{2+2}$缺失除外）。

（三）种植义齿

种植体的直径和高度有不同的型号。大多数的学者认为，种植体的直径和高度至少要达到 3.75mm 和 10mm，在植体的周围要至少有 1mm 厚的骨质包绕，才能获得初期稳定性和骨整合，保证植体的成功。因此，移植骨瓣的高度大于 10mm，厚度大于 5.75mm，上下颌位置关系正确的情况下就可在骨瓣上进行种植体义齿修复。

二、满足不同义齿修复要求的供骨源

（一）牙槽嵴手术

在下颌骨仅有牙槽嵴缺失的情况下，目前采取的修复方式大多是自体骨游离移植，如髂骨、下颌骨颏部、下颌骨升支骨等部位供骨，或者是自体骨加异种骨颗粒移植。这些方式的成骨效果较好，下颌骨的高度恢复理想，能够满足修复的需要。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（二）颌骨部分缺损修复

颌骨部分缺损的情况多是由于颌骨囊肿、颌骨良性肿瘤或口腔软组织肿瘤手术切除后造成的，多形成2壁或3壁的骨缺损，颌骨的连续性尚保存。修复这类骨缺损多采用自体骨游离移植，如髂骨块移植、髂骨松质骨颗粒移植、肋骨游离移植等，或者人工骨移植，如羟基磷灰石复合材料、珊瑚骨复合材料等。由于骨缺损的体积相对较小，这些修复方式基本可以达到完全恢复下颌骨高度和厚度，满足义齿修复的需求。

（三）颌骨部分缺失修复

颌骨部分缺失是指颌骨节段性缺失，颌骨的连续性被破坏。下颌骨体的平均高度（牙槽嵴顶至下颌骨下缘）约为27～29mm，下颌骨体的厚度约为13mm左右，单侧下颌骨体长度约为73mm左右。下颌升支的平均斜高为58mm左右，平均宽度为40mm左右。常用于修复的带蒂骨瓣或血管吻合的游离骨瓣涉及的骨有髂骨、腓骨、肩胛骨、肋骨、锁骨等。

髂骨为不规则扁骨，骨皮质较薄，如切取髂骨，在恢复下颌骨的高度和长度方面基本能满足要求。髂结节处厚度约为17mm；髂前上棘处厚度约为14mm；髂后上棘厚度约为20mm；髂嵴中部厚度约为8mm。髂嵴全长约为23～24cm。腓骨为长管状骨，皮质骨较厚。它不构成膝关节，基本无负重，因而可切取上3/4进行移植而不至于影响功能。腓骨长约21.2～46.5cm，平均值为32.4～34.6cm，供骨量可达全长的3/4。矢状径平均1.29cm，横径平均0.96～1.39cm。腓骨周径值存在明显的性别差异和人种差异。腓骨在长度上基本能达到修复颌骨的需求，但是无法完全恢复下颌骨的高度和厚度。

肩胛骨为三角形扁骨，位于背部。有三角、三缘和两面。背面斜行并逐渐隆起的骨嵴为肩胛冈。内侧缘又名脊柱缘，平均长度约为男性17cm，女性14.5cm。外侧缘较肥厚，从关节盂至下角长约13.4cm，松质骨的宽度可达1.67cm，上段厚度约1.24cm，中段1.67cm，下段0.72cm。肩胛冈全长约为14.2cm，肩胛冈中隆凸处宽1.2cm，高为1.9cm，肩峰处宽为3.1cm，基底部高3.2cm，内侧端宽2.6cm，高为0.9cm。在带蒂骨瓣移植中，移植的骨段位于肩胛冈部位外侧端。在血管吻合游离骨移植中，移植的骨段为肩胛骨外缘的中下段。由于这两种方式都不可能携带过长的骨段，因此在修复时可满足中小颌骨缺损的长度需求，在高度和厚度上都不能恢复下颌骨原来的形态。

锁骨为呈"S"形的长骨，成人锁骨平均长度约为14.5cm，中1/3处皮质骨最厚。锁骨内侧端面垂直径约2.04cm，前后径约2.09cm；锁骨中点处垂直径约1.04cm，前后径约1.15cm。切取的锁骨为内侧端半片锁骨，且长度只能达到4.5cm左右。肋骨切取的长度较理想，但肋骨本身为扁骨，高度和厚度不能恢复下颌骨原来的形态。

这些移植骨中，除髂骨能基本恢复下颌骨三维结构外，其他骨瓣均不能达到要求，同时还伴有软组织的挛缩和缺损，因此下颌骨修复的患者很难通过传统活动义齿的修复来恢复咀嚼功能。随着种植义齿技术的发展，只要移植骨瓣能够容纳种植体，义齿的修复将不再是个难题，咀嚼效率还比传统义齿恢复的更好。Frofel等比较了髂骨、腓骨、和肩胛骨外侧缘，每处供骨各取得44例标本（腓骨43例），每个标本测量3点。在所有的髂嵴测量中只有一个点未达到植体厚度的要求，髂前上棘后方5cm处的厚度始终大于髂前上棘和其前方3cm处。所有腓骨测量点中有三个近中端点的高度不足。15例肩胛骨中的3个测量点中至少

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

有一点不能满足要求。其中的5例有1点不符要求，6例有2点不符要求，4例有3点不符要求，这15例中有14例来自于女性。Seikaly等比较了下颌骨、腓骨、髂骨、肩胛骨、锁骨等的体积和生物力学性能。他认为从种植体要求的骨量来看，腓骨、髂骨、锁骨的测量点均符合，肩胛骨与肋骨的测量点中有11%～12%不符合。从力学性能上看，锁骨、腓骨的抗扭力和抗拉力与下颌骨无统计上的差异，其余则明显偏低。但是他测量的锁骨是整个锁骨，与临床所用的情况不同。单纯从种植学的角度来讲，第2、3级骨质是最佳的。但从供骨来看，髂骨、肋骨、锁骨、肩胛骨等都应属于第4级骨质，而腓骨属于第1级骨质，都不是最理想的植入条件。髂骨富含松质骨，因而，有些学者认为，种植体植入后稳定性可能会较差，但从临床报告上看并非如此，植体成功率很高。这可能与髂骨能提供较高的新下颌骨体，可以选用较长的植体有关。

第二节　下颌骨缺损及修复

最常见的下颌骨缺损的原因是肿瘤或类肿瘤病变手术切除。部分口腔软组织的肿瘤和下颌骨肿瘤手术不仅造成骨的缺损，还有软组织的缺损。颌面部外伤也是常见的原因，颌骨粉碎性骨折处理不当造成继发性的颌骨缺损。其他原因还有颌骨炎症，如放射性骨髓炎、骨坏死或非特异性炎症等。下颌骨缺损可表现为部分骨皮质缺损、牙槽嵴缺损、下颌骨块状缺损和节段性缺损等。下颌骨较大范围缺损、甚至全部缺损是临床上常常面临的难题。

一、下颌骨缺损的分类

对于下颌骨缺损的分类方法目前还没有统一的认识。有学者在临床记录和研究中使用HCL/oms分类法来描述下颌骨缺损。这种分类方式的建立主要基于修复的困难程度。H表示任何长度的单侧下颌骨体缺损，包括髁状突；C表示下颌尖牙间的跨越中线的缺失；L表示单侧下颌骨体缺失，不包括髁状突。o表示不包括皮肤或黏膜的缺损；s表示伴有皮肤缺损；m表示伴有黏膜缺损；sm表示伴有皮肤和黏膜缺损。我国学者洪民等也提出过一种分类方法以便于下颌骨缺损修复的供骨选择和临床记录。这种方法是将每侧下颌骨分为四部分：A表示体前区，中线至颏孔区域；B表示体后区，颏孔至下颌智齿远中区域；C表示支下区，智齿远中至下颌小舌区域；D表示支上区，下颌小舌至髁突区域。

下颌骨缺损的修复可以是即刻修复，也可以是延期进行。通常，良性肿瘤切除后进行同期修复，而恶性肿瘤进行延期修复。即刻修复的优点是简化手术，达到早期功能和外形的恢复，缺点是有可能因为感染而失败。因此，提出在口内、外穿通的情况下，要严密缝合口内创口后从口外路径行骨移植。恶性肿瘤术后进行延期修复的原因有：第一是通常在术后会紧接着进行放疗，可能降低移植骨的成活。第二是切除后通常伴有局部软组织缺损，在骨组织重建前首先要求足够的软组织。另一个重要的原因是肿瘤的根治清扫术使得口内、外连通，术后感染率有可能提高。决定行延期手术后，要考虑如何使保留的下颌骨保持正常的解剖位置。可以采用颌间接扎、口外固位钉固定、夹板、口内固定或联合使用。这些方法可以阻止瘢痕的挛缩、肌肉的错位愈合及颌骨段的移位，使二期手术简化。下颌骨缺损的修复方式主要有四种方式：自体骨移植，异体骨移植，异种骨移植和骨替代品移植。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、自体骨移植修复

自体供骨可能提供了较多的成活的骨细胞或是骨膜使得移植骨在受植床及软组织提供血供的条件下成活率较高，并且不带来任何可能的免疫排斥问题。随着显微外科和解剖学的发展，除了传统的游离骨移植的方式外，还有带血管蒂的骨移植和血管吻合游离骨移植方式。现代医学的研究已表明游离骨移植的成活方式与血管化的骨移植的成活方式是不同的。游离骨的重建过程被称为“替代爬行”过程。游离的骨块植入后只有少量的骨细胞存活，其他成分均坏死，周围组织侵入移植骨的间充质细胞先分化为破骨细胞吸收移植骨，之后分化出成骨细胞形成新骨。自体移植骨具备了骨再生的三个必要因素：骨诱导、骨传导和成骨细胞。也正是由于它的成骨过程决定了游离骨移植方式适用于一定范围的下颌骨缺损情况。在颌骨缺损较大情况或受植床血供不良的情况下，这种修复方式的成功率就会下降。而血管化骨移植的重建过程则不同，类似于骨折的愈合过程，移植骨是活骨，自身具有成骨能力。因此血管化骨移植不仅提高了大范围缺损修复的成功率，还可用于局部血运循环较差的情况如放疗区域植骨等，并且具有一定的抗感染能力。

（一）非血管化自体骨游离移植

一般认为游离骨移植适用于骨缺损在 6cm 以内的情况下，大于此范围者成功率会降低。移植骨内的骨原细胞来自于骨膜和骨髓，因此松质骨的成骨能力强于皮质骨。临床中常用于下颌骨缺损修复的游离骨瓣有髂骨瓣、腓骨瓣、肋骨瓣等。由于肩胛骨位置深在及手术体位的不便，极少从其上取骨游离移植。

1. 髂骨移植　髂骨是不规则扁骨，以骨松质为主，骨密质板很薄。可分为髂嵴、髂骨翼内面、翼外面和髂骨体。髂骨上缘为髂嵴，呈“S”形，其前端向前下方突出，称为髂前上棘，为阔筋膜张肌、缝匠肌的附着，腹股沟韧带横过它与耻骨联合之间；后端向后下方突出，称为髂后上棘，有骶结节韧带附着。髂嵴的内、外两缘呈线形，称为内、外唇。内唇有腹横肌、腰方肌、髂肌、骶棘肌和髂筋膜等附着；外唇有阔筋膜张肌、腹外斜肌、背阔肌、臀中肌等附着；两唇之间有腹内斜肌附着。髂嵴前后处较厚，中间略薄。髂骨翼外面附着有臀大肌、臀中肌和臀小肌；翼内面光滑，主要附着有髂肌。一般的取骨部位为髂嵴，其位置表浅，部位隐蔽，血运丰富，取骨后愈合能力较强，局部功能基本无影响(图 8-1)。

(1) 髂骨前部取骨术：患者一般取仰卧位，术侧臀厚垫高 20°～30°。为避免术后骨对瘢痕的刺激，手术切口位于髂前上棘后上方距髂嵴 1cm 平行于髂嵴处，或者将皮肤向内下牵拉绷紧后再沿髂嵴外形作切口。切开皮肤、皮下组织后，由骨膜与躯干肌、臀肌在髂嵴起始线接合部切开直达外缘骨面，切开骨膜暴露髂骨。髂骨内板光滑，易于剥离。髂嵴粗糙的骨面与肌肉附着紧密，在剥离时须仔细以免造成过大的肌肉损伤。翻开一侧骨膜及软组织后，用长条纱布塞于髂骨和软组织之间，压迫止血。根据手术需要暴露髂骨内板和(或)髂骨外板并切取骨块。

松质骨碎块切取：在髂前上棘后方做长约 8cm 切口，距髂嵴上缘 0.5～1cm，两端切断髂嵴皮质，与内侧软组织及腹肌相连，并向内侧翻转，暴露出断面的松质骨。用刮匙或骨凿采集骨松质碎块。取骨后空腔内填塞明胶海绵止血，将翻起的髂嵴骨块复位，分层缝合软组

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

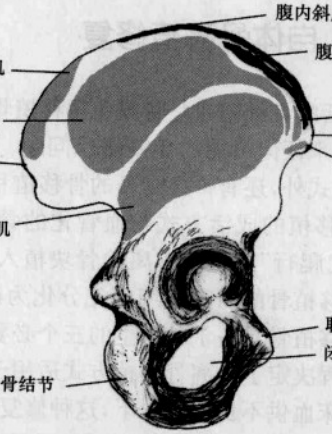


图 8-1 髂骨外侧面肌肉附着

织。松质骨碎块可用于骨囊肿摘除后的骨腔填塞或与钛金属网架合用修复颌骨缺损。

1) 髂骨全厚骨松质块切取：在髂骨翼前部由髂嵴顶分别向内下、外下斜行劈开髂嵴，连同内、外侧骨皮质分别向两侧推开，这样髂前上棘及髂嵴都保持了完整性。剥离髂骨内、外骨板骨膜，显露已劈开的髂嵴，在下方可取到最大约为 10cm×8cm 大小的全厚骨松质髂骨块。取骨后用粗线或钢丝缝合，恢复髂嵴外形，并与髂前上棘及邻近软组织牢固缝合。髂骨全厚骨松质块用于修复下颌骨缺损成活率高，但骨块的体积变化较大。

2) 髂骨内(外)板骨块切取：显露一侧髂骨翼面后，现在骨板上凿出拟取骨的轮廓，再切透一侧骨板，用一宽骨刀自髂嵴切取，凿下骨片，并尽量用骨凿或刮匙在暴露的骨松质面上采集较多的骨松质。这种方法较完整地保留了髂骨的形态，并获得了一定的骨皮质和骨松质。

全厚髂骨块切取：显露髂骨外板，在髂嵴下方切取厚约 0.5～1cm 的新月形髂骨片，两端各超出所需切取的髂骨长度 1cm，保持髂嵴和腹肌止点相连，向内翻转。剥离内板骨膜，切取所需骨块。取骨后，骨断面涂骨蜡止血，将内、外骨膜拉紧间断缝合，闭合死腔。将翻开的髂嵴骨片复位，间断缝合腹肌和臀肌的附着部，保持髂嵴原状。或者显露外板后，在髂嵴下方按需切取骨块，包括两侧骨皮质。注意骨刀穿过内板不能超过 2mm，以免损伤髂窝内神经、血管。取骨后要将两侧肌肉拉拢褥式缝合。这种方法不能保持髂嵴的外形。

(2) 髂骨后部取骨术：髂嵴中部变薄，几乎没有骨松质，通常在髂嵴的前后取骨，尤其是髂嵴后部，取骨量是前部的 3～4 倍。患者取俯卧位，术侧垫高。切口为：①弧形切口：以髂后上棘为标志，分别向外和髂嵴后侧延伸做弧形切口。向外的长度不宜超过 8cm，以免损伤臀神经。②垂直切口：以髂后上棘为标志，在其外侧做纵形直切口，向上 4～5cm，向下 2～3cm。切开皮肤，分离皮下组织。在髂嵴部切开臀肌起点，显露外板。然后按需切取不同的骨块。术中要注意避免损伤位于坐骨大切迹的臀上神经、血管束。

在解剖髂前上棘稍内侧的髂腰肌时，要避免损伤骨外侧皮神经，否则会出现术后大腿外侧皮肤的暂时性麻木。截取骨瓣后要处理附着于髂嵴的腹内斜肌、腹横肌和髂肌等以防止术后出现腹壁疝。如果术中剥离阔筋膜张肌和臀中肌造成损伤过大，有可能会出现术后3～

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

6 个月内的跛行或抬腿困难。常见的还有术后慢性疼痛，取髂骨全层者供区疼痛发生率明显高于取髂骨内板者，保留髂嵴的全层取骨法较含髂嵴的全层取骨法的发生率要低。

2. 肋骨移植　肋骨共左右 12 对，第 1～7 肋骨各自借肋软骨与胸骨相连，第 8～10 肋骨的软骨连为一体。第 1～7 肋骨的长度渐次增加，宽度渐次减小。肋骨的前面有胸大肌、胸小肌和腹外斜肌的一部分覆盖，侧面有前锯肌，肋间有方向交叉的浅层肋间外肌和深层肋间内肌，肋间神经、血管穿行其间。一般多选用第 5～10 肋骨修复下颌骨缺损，移植同时连带切取部分骨膜有利于促进骨的生长和愈合。如需同时修复髁状突则需切取对侧带软骨的肋骨。一般而言肋骨小范围修复的效果是肯定的，大范围修复的效果尚不能确定。

患者取仰卧位，术侧后背略垫高，暴露出腋中线。切口起于肋软骨的前端，顺肋骨下缘向后作弧形切口，长度以超过所需 1～2cm 为宜，切取的肋骨也要略长以备修整。切开皮肤、皮下组织、深筋膜及所覆盖的肌肉，牵拉软组织暴露肋骨外面。在肋骨的上下缘各做一横向平行切口，在两端作垂直切口，这样可携带部分骨膜。然后仔细分离肋骨内面。骨膜剥离器要紧贴骨面，切忌猛力，顺肋间外肌纤维方向进行，即在上缘时由后向前推进，在下缘时由前向后推进。这样既有利于骨膜的分离，又有利于减少神经、血管的损伤或胸膜的撕裂。完全分离肋骨后，在剪断肋骨前，一定要在肋骨后方放置宽骨膜剥离器以保护胸膜。骨段取下后修整并用生理盐水纱布包裹待用。在关闭创口前要仔细检查是否存在胸膜穿孔。

3. 腓骨移植　腓骨为棱柱状的长管状骨，体部横截面为不规则四边形。居于胫骨外侧，上下端表浅，位于皮下。上端与其构成胫腓关节，但不参与膝关节的组成。因此腓骨对胫骨有支持作用，但不负重。腓骨下端呈锥状突出，形成外踝，是构成踝关节的重要组成部分。因此切取腓骨时最多取上 3/4，一定要保留下 1/4 以维护踝关节的稳定。腓骨上 3/4 为小腿肌肉和韧带的附着处。前面肌群中，拇长伸肌起自腓骨前面和骨间膜，趾长伸肌起自腓骨上端；外侧肌群中，腓骨长肌起自腓骨外侧面上 2/3 骨面，腓骨短肌起自腓骨外侧面下 2/3 骨面；后侧肌群中，比目鱼肌位于腓肠肌的深面，起自胫、腓骨上端的后面。深层的胫骨后肌起自胫、腓骨和骨间膜的后面，拇长屈肌起自比目鱼肌下方的腓骨后面中部。90%的腓骨中 1/3 的后侧面有一滋养动脉穿入，在术中取骨时要注意结扎。

患者取仰卧位，术侧腿抬高，或者侧卧位，术侧腿在上。自腓骨头外踝方向做纵形切口，如需切取腓骨小头，上端可向后上延至腘窝。切开皮肤、皮下组织和筋膜后，自小腿外侧和后侧肌群间的间隙进入。在小腿上中 1/3 处将腓骨长短肌向前分离，比目鱼肌向后分离。用骨膜分离器顺肌纤维方向由下向上分离骨膜。切取骨段前，结扎切断腓骨中段后侧面的滋养动脉。因腓骨皮质骨多，要防止直接凿断时腓骨碎裂，同时要注意勿损伤紧靠腓骨后内侧的腓动、静脉。如需切取腓骨小头则要注意腓总神经走行中贴近腓骨小头下方的骨面。

4. 颅顶骨移植　颅顶骨有一定的曲度，也可用于颌面部畸形和颌骨缺损修复的供骨，尤其是儿童患者，可在其他部位供骨不足的情况下提供移植骨。颅顶供骨具有就近取材，方法简单，术后不致功能障碍和畸形等优点。成人颅顶骨厚度约为 7mm。研究认为骨厚度与年龄、身高无关，但与体重、性别有关。颅顶骨分为三层，外板、内板和二者之间的板障。外板较厚，约为 1～2mm，有一定弹性；内板较薄，约为 0.5mm，较脆弱；板障内有静脉穿行。儿童的颅顶骨内、外板不易分开，一般需全层切取，保留的硬脑膜有一定的成骨作用。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(二)带蒂骨移植

以肌带或血管带来营养骨瓣大大提高了移植骨的成活率。尤其是对于放疗区域,带血供的移植骨的成活率要明显高于单纯的游离骨。但由于受到肌带或血管带长度的限制,能选用的骨瓣也是有限的。一般常用于修复下颌骨缺损修复的带蒂骨瓣有:胸锁乳突肌锁骨瓣,胸大肌肋骨瓣,背阔肌蒂肋骨瓣,斜方肌肩胛冈瓣、颞肌蒂颅骨瓣。

1. 胸锁乳突肌蒂锁骨瓣 带蒂的半片锁骨瓣有胸锁乳突肌锁骨头蒂锁骨瓣、胸大肌锁骨头蒂锁骨瓣、胸肩峰动脉蒂锁骨瓣和带筋膜蒂锁骨瓣。由于蒂的方向,能用于颌面部修复的只有胸锁乳突肌锁骨头蒂半片锁骨瓣。锁骨为呈"S"形的长骨,其上有5条肌肉附着,分别为斜方肌、三角肌、胸大肌、胸锁乳突肌和胸骨舌骨肌。胸锁乳突肌锁骨头蒂半片锁骨瓣的主要营养血供来自甲状腺上动脉的分支,标本染色显示锁骨内侧段约4.5cm范围内着色(图8-2)。



图8-2 锁骨上面肌肉附着

患者取仰卧位,头颈部自然后仰后伸,在颈前偏术侧一方做"J"形切口。沿胸锁乳突肌内侧缘由外上斜向内下方,达胸锁关节水平转向外。根据需要确定长度,依次切开皮肤、颈阔肌,显露胸锁乳突肌。沿锁骨内侧弯至锁骨内侧端之间的前下缘做"U"形切口切开骨膜,稍作分离,在内外两侧锯断上缘,再从前下缘向后上缘锯开,锯下半片锁骨,并切开后上缘骨膜。分离锁骨时注意勿伤及胸膜顶及锁骨下血管。在胸锁乳突肌胸骨头和锁骨头之间向上分离,将甲状腺上动脉胸锁乳突肌支保留在锁骨头上。如果血管干行于胸骨头后面,可以一同切取部分胸骨头肌纤维以保护血管。分离时还应注意勿伤及后缘上部的副神经及颈丛分支。

半片锁骨的切取不会造成肩关节的障碍,无明显的供区组织塌陷,一般也不会导致供区的骨折。但是只能提供4~5cm长的锁骨瓣,不适用于修复大的下颌部缺损。切取左侧肌骨瓣时要注意勿伤及胸导管。

2. 胸大肌蒂肋骨瓣 胸大肌位于胸壁浅层,为一宽厚的扇形扁肌,起自锁骨内侧、胸骨和上6个肋软骨,肌束向外上集中,止于肱骨大结节下方。营养肌肉的主要血管为胸肩峰动脉,有相应的静脉和胸外侧神经伴行。胸肩峰血管束的体表投影可用肩峰一剑突连线表示。常取以胸肩峰动静脉为滋养的带蒂肌皮瓣携带第5肋骨修复下颌骨缺损。具有以下优点:①主要供血血管位置恒定、表浅,易于操作;②肌蒂长、活动度大;③取材面积大且厚,可充填凹陷性缺损,还可填充颈清术后的颈部凹陷;④能避开术前放疗区;⑤供区隐蔽且能避免类似斜方肌肌皮瓣术后肩下垂等并发症。

患者仰卧位,以肩峰、剑突和锁骨中点为标志进行胸肩峰动脉肌支的体表定位。以胸肩峰动脉胸肌支为轴,以第5肋骨为中心,根据需要设计复合瓣的切口范围和形状。沿切口设计线切开血管蒂部皮肤、皮下组织至深筋膜,沿肌膜表面翻开皮肤瓣,再沿肌皮瓣设计切口,切开皮肤、皮下组织、肌层直至肋骨骨膜表面,切开胸大肌的外侧缘,把肋骨从胸膜上掀起,于胸肋联合处切断。注意保护胸大肌与第5肋之间的血管网。由远向近地用手指钝性将胸大肌与胸小肌分开,直达胸小肌上缘,直视下注意保护血管神经束翻起肌骨皮瓣,在血管神

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

经束两侧保留肌肉组织各 1～1.5cm，游离翻起肌血管蒂至锁骨水平。在胸大肌远端可以携带 7～8cm 的皮瓣，但不可超过中线。在转移过程中，可以去除部分锁骨使蒂部从其上跨越以避免组织臃肿，也可以通过在锁骨下制备的隧道。同时要将皮瓣周边略缝合固定以免皮肤与肌肉脱离。

3. 背阔肌蒂肋骨瓣 背阔肌为全身最大的阔肌，上窄下宽，位于背下部、腰部和胸侧壁。起自第 6 胸椎以下的全部椎骨棘突和髂嵴的后部等处，有小部分肌束起自肩胛下角和下 3～4 个肋骨的外面。肌束向外上方集中，止于肱骨小结节嵴。主要营养血管为胸背动脉。背阔肌蒂肋骨瓣不论是局部移位，还是游离移植都有较大的使用价值。背阔肌蒂可携带大面积的皮瓣，提供大量软组织修复，移植的皮肤面积可达(8～23)cm×(20～40)cm，营养血管恒定，解剖变异少。部位隐蔽，移植后供区功能障碍不明显。复合组织瓣常携带第 7 或第 8 肋骨，在颌面部应用于腭咽部或口底部肿瘤术后的修复、下咽部及下颌骨缺损后的修复、经腋背阔肌肌瓣重建前颅凹等。缺点是由于手术体位问题不能两个手术小组同时进行。

患者取侧卧位，术侧在上。依据胸背血管主干的体表投影：腋后襞最高点与髂嵴最高点的连线，在肩胛下角平面，距背阔肌外缘 2～3cm 的背阔肌深面寻找血管蒂。或者在背阔肌前缘作切口，分离背阔肌和前锯肌之间的深筋膜，于腋窝顶部下方约 10cm 处寻找并分离胸背血管、神经。沿此血管束向近心端解剖即为肩胛下血管及其伴行神经，此时可找出肩胛下血管的前分枝，并予以结扎切断，可看到胸背血管下降几厘米后进入背阔肌。沿设计的切口切开蒂部皮肤、皮下组织，将组织瓣的下端与前后缘切到肋间肌浅面，再切取肋骨。仅分离肋骨深面骨膜，按所需长度截断肋骨，使肋骨与肌皮瓣相连成为一个整体的复合组织瓣。从前锯肌和后锯肌的表面完全翻起并切取背阔肌皮瓣，在胸大肌和胸小肌之间作隧道，将肌骨皮瓣转移至受区。术中要注意防止肌蒂的扭转和缠绕，特别是胸大肌下缘对蒂部的挤压。背阔肌蒂的宽度不应小于 4cm。背阔肌主要附丽在后肋，可切取的肋骨较长，约 10～15cm，在骨内侧做楔形切除后方便成形，修复后的外形较满意。

4. 斜方肌肩胛冈瓣 肩胛骨为三角形扁骨，位于背部。有三角、三缘和两面。内上角平对第 2 肋；外上角较厚，其外侧面有一梨形光滑的关节面，称为关节盂，与肱骨头共同构成肩关节；下角与第七肋或第七肋间隙同高。内侧缘又名脊柱缘，有大、小菱肌附着；外侧缘较肥厚，从上至下有三头肌长头、小圆肌、大圆肌附着，外缘被认为是较理想的供骨部位之一；上缘薄锐，其外侧端有一切迹，称为肩胛切迹。切迹的外侧伸向上前外方的骨突叫做喙突。肩胛骨的前面为大而浅的肩胛下窝；背面有一从内侧向外上方斜行并逐渐隆起的骨嵴，称为肩胛冈，将背面分为上小下大的两个窝，分别叫做冈上窝和冈下窝。肩胛冈的外侧端为肩峰，其内侧缘关节面与锁骨肩峰端构成肩锁关节。肩胛冈的上、下缘有斜方肌附着。斜方肌位于项部和背上部的浅层，一侧呈三角形，两侧合并为斜方形。起自枕外隆凸、项韧带和全部胸椎棘突，肌束向外集中止于锁骨、肩峰和肩胛冈。斜方肌有颈横血管供血。收缩时可使肩胛骨向脊柱靠拢，上部肌束收缩提肩胛骨(耸肩)，下部肌束收缩降肩胛骨。斜方肌瘫痪可出现“塌肩”。

病人取稍侧卧位，术侧肩部和后外侧颈部位于上方。以肩锁关节为中心，根据缺损的大小和形状在皮肤上画出切口线。切口前缘沿斜方肌前缘，后缘与前缘基本平行。由于颈横血管变异较多，要先在锁骨上由中斜角肌、臂丛及肩胛提肌组成的三角内分离出颈横血管蒂并加以保护，必要时向上分离，增加蒂的长度。然后切开供瓣皮肤及肌肉。根据修复缺损的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

类型和血管蒂的长度决定斜方肌切取范围,如同时切取皮肤,要注意保证皮肤和肌肉的相连。下端应在肩胛冈之下缘直至骨面,显露肩胛骨之肩胛冈部。用骨锯根据需要长度截取肩胛冈骨块,并使其上缘及外侧面与斜方肌紧密相连,注意保持肩锁关节的完整性。磨平骨创,用骨蜡止血。供区可直接拉拢缝合,如创面较大可游离植皮。将供瓣转移至受区固定,分层缝合。骨皮瓣大约可提供约 6~8cm 长的骨量。

5. 颞肌(筋膜)蒂颅骨瓣 颅顶区软组织层次包括皮肤、皮下组织、帽状腱膜、腱膜下疏松结缔组织及颅骨外膜。颞区的层次包括皮肤、皮下组织、帽状腱膜、腱膜下疏松结缔组织、颞深筋膜、颞肌、和颅骨外膜。颞肌呈扇形,位于颞窝,起自颞窝和颞筋膜,肌束向下汇聚,通过颧弓深面,止于下颌骨喙突。全层颅骨瓣或颅骨外板连同附着于顶骨的骨膜、帽状腱膜、颞肌筋膜和颞肌,可以颞浅血管为主要供血带,带蒂转移整复上颌骨、下颌骨或其他颅面骨缺损。

病人取仰卧位,垫肩,术侧在上。在颞部皮肤上标出颞浅动脉及其分支的走向,动脉前支邻近面神经颞支,一般不予切取。皮肤切口离开血管少许距离,将垂直切口向下延伸至耳前区,类似于腮腺手术切口,上部切口延伸至头顶,翻开头皮,注意勿损伤颞浅静脉。按修复设计形状切开帽状腱膜、腱膜下疏松结缔组织、颅骨外膜至骨面,并切下颅骨外板或全层颅骨瓣,取全层骨时不要损伤硬脑膜。向颧弓方向切取肌蒂,在骨膜上掀起颞肌。到达颧弓时,小心分离颧弓上的肌肉附丽,切勿损伤在其深面穿过的颌内动脉深支。颞肌蒂颅骨瓣向内或向外翻转进入口腔。在修复下颌骨区时,上颌结节与下颌升支之间间隙较小,不利于颞肌瓣的进入,因此可使用颞筋膜蒂颅骨瓣。术后于颞部放置引流,加压包扎,但要注意肌瓣蒂部不可受压,以免影响肌瓣血供。切取颅骨外板骨瓣时可以切取 1~2cm 宽的长条骨板。取全厚骨瓣时面积不应大于 3cm×1cm,否则需要替代品覆盖,以免影响颅内压。

带蒂骨(皮)瓣是骨膜供血,其抗感染能力和成功率稍逊于骨髓供血的骨移植。背阔肌蒂肋骨瓣携带的软组织和骨量是最多的,在修复双下颌体部及颏部缺损时优于其他骨皮瓣。下颌骨体的平均高度(牙槽嵴顶至下颌骨下缘)约为 27~29mm,下颌骨体的厚度约为 13mm。这些骨瓣所提供的骨量均不可能达到,除背阔肌蒂携带的肋骨外,其他的骨长度也很难超过 8cm。因而由于蒂部长度限制和供骨区域的限制,这些骨皮瓣主要用于修复下颌骨中小型缺损。

(三) 血管化游离骨瓣或骨皮瓣移植

1. 血管化游离髂骨瓣 可有不同血管蒂形成方式。

(1) 以旋髂浅动、静脉为血管蒂:在腹股沟韧带下方 1~2cm 处平行于腹股沟韧带和髂嵴构成皮瓣的纵轴,以髂前上棘为中心,设计皮瓣大小。切取骨瓣或骨皮瓣时,在皮瓣内缘沿股动脉做直切口,可适当向下延伸,切开皮肤和皮下组织,显露大隐静脉,在大隐静脉外侧寻找并显露旋髂浅静脉和腹壁浅静脉,分离旋髂浅静脉至进入皮瓣处,在大隐静脉和股静脉外侧寻找并显露股动脉,沿股动脉解剖分离在股动脉前外侧分离旋髂浅动脉,分离旋髂浅动脉至进入皮瓣处,在缝匠肌内缘切开缝匠肌筋膜并分离旋髂浅动脉深支,切断至缝匠肌的分支后保留深支于皮瓣,在髂前上棘显露髂骨,根据需要切取髂骨,将髂骨块和皮瓣一起游离,切断旋髂浅动、静脉血管蒂后移植。

旋髂浅动脉主要是皮动脉,仅有很少的骨膜支分布于髂前上棘附近的髂骨,此时髂骨瓣

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

的血供主要来源于皮瓣组织，故髂骨必须与皮瓣一起移植，不能单独切取髂骨瓣。手术中要注意保护股外侧皮神经。

(2) 以旋髂深动、静脉为血管蒂：在腹股沟股动脉搏动点内侧约 1.5cm，腹股沟韧带上 2cm 处，平行于腹股沟韧带，向髂前上棘方向设计骨瓣大小。切开皮肤和皮下组织显露腹外斜肌腱膜，沿腹股沟韧带分离腹内斜肌和腹横肌，切开腹横筋膜，显露髂外动、静脉，在髂外动脉前外侧寻找并分离旋髂深动脉至髂前上棘进入髂肌处，解剖并分离伴随静脉至髂外静脉，切断附着于髂嵴上的肌肉，保留一薄层肌肉附于髂骨上，分离髂骨外侧的缝匠肌和阔筋膜张肌，切取所需要量的髂骨块。切断旋髂深动、静脉血管蒂后移植。

以旋髂深动、静脉为血管蒂时，可以单独取髂骨块或形成骨皮瓣移植。

(3) 以臀上动、静脉为血管蒂：以臀上动脉深上支走行为轴，可取髂骨的前段或中段。在髂前上棘下外 4cm 处平行于髂嵴弧形切开，切口至臀大肌前缘止，长约 10～15cm，显露髂嵴上缘，向下约 1.5cm 切断臀中肌和阔筋膜张肌，显露髂骨外板和臀小肌，在臀小肌上缘寻找由疏松结缔组织筋膜包裹的臀上血管和神经，分离并结扎臀上动脉深下支后向髂前上棘方向分离并形成血管蒂。

2. 血管化游离腓骨瓣移植 沿腓骨小头与外踝连线纵行切开皮肤和皮下组织，由腓骨长肌和比目鱼肌间隙分离，在屈趾长肌起点内缘上方，寻找并分离腓动、静脉，在胫后动脉分叉处切开屈跗长肌肌腹和腓骨外侧的腓骨长肌和腓骨短肌，保留约 1cm 厚的肌肉附于腓骨上，以保证腓动脉和腓静脉与腓骨的联系，分离过程中注意保护胫前肌和伸趾长肌间的胫前动脉和腓深神经。术中注意保护弓状动脉和滋养血管。

3. 血管化游离肩胛骨瓣移植 患者取侧卧位，供区侧朝上。

(1) 以旋肩胛血管为供血蒂：从三边孔沿肩胛骨外缘向肩胛骨下角切开皮肤和皮下组织，向外牵开三角肌后缘，显露三边孔，在大圆肌上缘寻找旋肩胛动脉浅支的降支，在三边孔内侧向脊柱缘寻找旋肩胛动脉浅支的横支，在三边孔顶部寻找旋肩胛动脉主干及其发至肌肉和肩胛骨的深支，随后，保护旋肩胛动脉的深支，结扎并切断浅支，在肩胛骨外侧缘切断小圆肌，向下分离大圆肌，分离旋肩胛动脉至其起始处，以旋肩胛血管为中心，在肩胛盂下 1cm 处，根据需要从外侧缘向远端切取骨段，保留 0.5cm 厚的肌袖，根据需要长度切取血管蒂。

(2) 以胸背血管为供血蒂：从腋后皱壁顶部向上沿三角肌后缘延伸向下，至肩胛骨下角下方 3cm，切开皮肤、皮下组织和深筋膜，在大圆肌和背阔肌之间分离，在肩胛骨下角处切开背阔肌，寻找胸背动脉肩胛骨支，沿血管向外上分离，寻找并分离胸背神经，切取肩胛骨瓣后根据需要长度切取血管蒂。

三、异体骨移植

同种异体骨的移植能避免自体骨移植一些的缺点，如给患者增加新的创伤，破坏供骨区域的稳定性和完整性，术后供区疼痛，提供骨量不足等。近数十年来，对异体骨的研究不断深入，并逐渐建立了骨库，使得异体骨的临床应用有了发展。但是，在骨的选择要求、骨的制备和贮存、术后骨折、感染和免疫排斥反应以及传染病检疫、社会伦理道德规范和法律等方面，还存在着一些尚未解决的问题，目前它的应用还受到一些限制。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(一) 异体骨的制备和保存

异体骨经过采集、制备、灭菌、贮存等过程方可使用，目的是保证移植物的无菌无毒、降低免疫原性。在严格无菌条件下采集的异体骨可以无需再灭菌，但如果细菌培养结果阳性则需再灭菌。在清洁条件下采集的异体骨则必须灭菌。灭菌的方法有两种。一是用γ射线辐照灭菌，剂量为15～25kGy。对细菌、真菌和病毒有较好的杀灭作用。另一种是采用环氧乙烷气体灭菌，对细菌、芽孢和真菌有强大的杀灭作用，对多种病毒有灭活作用，缺点是操作较复杂，骨内会遗留环氧乙烷及其有毒分解为产物，对人体有潜在威胁。

使用异体骨最重要的前提是无菌和无排斥反应。如何降低供骨的免疫原性并同时尽量保持骨的成骨活性还是现在面临的一个问题。煮沸法、高压、煅烧或用硫柳汞、甲醛溶液浸泡的方法虽能够不同程度消除供骨的免疫原性，同时也会使蛋白变性，造成植骨不吸收或因感染等造成失败率高，因而这些方法已不适用。目前最常用的方法有深低温冷冻法、冷冻干燥法、脱钙法、脱蛋白处理法等。异体脱钙骨不但可以降低抗原性，还能加强骨诱导作用，一度在临床上被应用，但因其强度降低和提前吸收的缺点，逐渐被深低温冷冻骨、冻干骨所取代。还有学者在异体骨脱钙处理的基础上，研制了骨基质胶原(BMG)、脱钙骨基质(DBM)、抗原自容同种异体骨(AAA)，不但降低了抗原性，还加强了骨诱导能力。

(二) 异体骨的愈合

异体骨经处理后已不具备自身成骨的能力，植入骨主要起到一个支架作用，促进新生细胞长入骨缺损部位。骨诱导中最重要的是骨形态发生蛋白(BMP)，它可以诱导骨髓基质细胞、肌肉组织等分化成骨细胞，新生成骨细胞又能分泌BMP，形成良性循环。但处理后的异体骨能发挥多大的骨诱导作用尚不能确定。

异体骨植入后，受区的肉芽组织逐渐充满空的骨陷窝，含有毛细血管和原始的间充质细胞，来源于单核-吞噬系统的破骨细胞在移植骨内形成大量吸收空腔，原始的间充质细胞很快转化为成骨细胞在吸收腔表面贴覆生长，形成新骨。宿主的骨外膜、周围肌肉间充质组织伴随着毛细血管深入骨皮质中，带来骨母细胞。成骨细胞从宿主向移植骨、从周围向中央、从中央管向四周全面穿插、包绕着移植骨，吸收移植骨并形成新骨，最终完成爬行替代。松质骨的爬行替代要快于皮质骨的同化。由于异体骨的大小不同，两端向中心成活替代的速度也不相同，有的大块骨在移植数年后仍可见部分未修复。Heiple的实验证明，新鲜自体骨移植与宿主骨的愈合最优，同种异体骨移植与宿主骨愈合的优劣顺序为冻干骨>冷冻骨>脱矿骨>冷冻+照射骨>新鲜骨>脱蛋白骨。

(三) 异体骨的生物力学

新鲜采集的同种异体骨的生物力学受到多种因素的影响，包括供者的年龄、性别、取骨部位和身体状况等。不同解剖部位，强度差异约20%；不同性别，强度差异也大约20%。不同的处理方式会对骨产生不同的影响。冷冻温度不同，骨的生物力学改变也不同。普通低温和液氮冷冻下，与新鲜骨无明显差异；深低温冷冻下，骨耐受的压应力和弯压应力下降10%。冻干骨的抗扭和抗弯强度明显降低，不适合作为持重支架。脱矿骨的脱矿率越高，骨的抗弯曲应力越低。γ射线辐照超过一定剂量后，骨的抗旋转能力下降就比较明显。经过

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

若干处理，骨的强度由大变小的顺序为新鲜骨、冷冻骨、冻干骨和脱钙骨。

在同种异体骨移植过程中，早期破骨细胞活跃，同时诱发宿主免疫排斥反应，早期的骨吸收较自体骨移植更为明显，移植骨的机械强度有明显的减弱，其减弱程度受到组织相容性抗原差异大小的影响，此外异体骨移植术后的放疗、化疗等也会降低移植骨的机械强度。术后数月至数年，主要为异体骨与受区骨发生骨传导，取决于血管和新骨的长入。之后植入骨与受区骨结构混杂在一起，骨的机械强度逐渐恢复。这一过程可能长达 2～20 年，取决于植入材料的质量和形状。在异体骨没有被一定程度的宿主组织替代和血供重建前，不能发生生理适应性的塑形，易发生疲劳骨折。这也是限制异体骨使用的较严重的并发症。

（四）异体骨的应用

虽然有些研究认为经过一定处理的骨保有一定的骨诱导功能，但是，单一的整块的异体骨植入后愈合非常缓慢，尤其是皮质骨。异体骨与宿主骨融合的成功率和速度是目前尚未完全解决的。目前在异体骨修复方面多使用复合移植，即异体骨加自体红骨髓、异体骨加自体松质骨块和骨髓、异体骨加骨形态诱导蛋白等方法。骨髓具有造血和成骨功能，其成骨能力来自于骨髓基质系统的基质干细胞，能自动分化为成骨细胞，同时又是一种具有多种分化潜能的干细胞，可向成骨细胞、成纤维细胞、网状细胞等多个方向分化。异体骨中含有一定的 BMP 等骨诱导物质，能够促进骨髓基质细胞和植骨附近的未分化的间充质细胞分化为成骨细胞，加速成骨、提高成骨质量。如果合用外源性 BMP 则能进一步加快愈合。

20 世纪 60 年代以后，大块的异体骨移植治疗骨缺损开始应用于临床，主要是运用于肢体骨缺损修复和关节移植重建。在口腔颌面外科方面报道的异体骨的使用很少。李月玲等使用异体脱钙骨加自体骨髓修复兔下颌骨缺损，对照组使用自体松质骨修复，结果显示实验组成骨速度快，成骨质量优于对照组。Kline SN 报道了使用异体骨复合骨松质和骨髓修复颌面部缺损，证实了细胞渗入、血管再生、移植骨吸收和新骨再生的愈合过程，临床修复效果良好。他还报道了使用冻干骨与软骨重建颞颌关节和下颌骨。彭国华等报告了使用大段异体下颌骨加自体骨松质和骨髓移植修复下颌骨缺损。随访 1～2.5 年，移植骨没有排斥，骨高度下降不明显，面部丰满对称，外形恢复满意，健侧牙齿和（或）剩余牙齿咬合良好，颞颌关节未出现疼痛，开口没有受限。远期修复情况尚无报道。

四、异种骨移植

异种骨取自动物，来源丰富。它既不会增加患者的创伤，也不会像异体骨那样可能传播人类疾病和来源受限，但未经处理的骨引起的免疫排斥反应很强烈。在采取各种方式消除其抗原性的同时，其中的生物活性物质也全被破坏，影响到移植体的成活，成为异种骨长期不能用于临床的原因。

异种骨采集后，也要经过灭菌、处理、贮存等步骤，与异体骨的处理方法大致相同。骨是一种复合组织，除骨细胞和骨基质外，还有血管、神经、脂肪、纤维结缔组织和残留的骨髓成分。实验发现，骨中的各种细胞成分及血浆成分具有很强的抗原性，网状的骨基质结构未表现出明显的抗原性。也正是由于这个原因，骨小梁间的血浆成分、骨陷窝中的细胞成分等都要被彻底清除和失活，因而使用的异种骨没有大骨块，都是条状骨或骨颗粒。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

骨基质中含有胶原、非胶原蛋白、骨生长因子、整合素、无基质等成分。其中，非胶原蛋白主要参与细胞的黏附、运动、生长、分化和凋亡等活动，骨生长因子能够促进骨细胞的分化、发育，与其他细胞因子和激素协同进行调节，形成新骨，并刺激破骨细胞，使新骨不断塑形与改建。这些因子包括骨形态发生蛋白(BMP)、转化生长因子-β(TGF-β)、胰岛素样生长因子(IGF)、血小板衍生生长因子(PDGF)、成纤维细胞生长因子(FGFs)、肿瘤坏死因子(TNF)等。其中，BMP 是唯一能够诱导异位成骨的生长因子，对其研究和应用也最多。BMP 是一种嗜酸性肽蛋白，广泛存在于骨组织中，但含量极低。一般认为骨皮质内的含量明显高于骨松质。BMP 能够诱导非骨组织来源的细胞分化为成骨细胞，如间充质细胞、多能成纤维细胞、成肌细胞等分化成软骨细胞和成骨细胞，从而形成新骨。对已分化的成熟的骨细胞基本无促进增殖的作用。BMP 的骨诱导过程需要上述生长因子的共同参与。它的作用无种属的特异性，具有跨种属诱导成骨的能力。近年来，利用基因重组技术在中国仓鼠卵母细胞、蚕及大肠杆菌中高度表达出了人重组 BMP(rhBMP)，实验也证明了有很强的跨种属诱导成骨能力和修复骨缺损的作用。目前关于 rhBMP 的实验和临床研究非常多，但是在不同的部位、与不同的复合物合用时的剂量还没有确定，存在的主要问题是如何能尽量减慢 rhBMP 在体内的分解速度，尽量延长作用时间。

关于异种骨的临床应用是很少的，近些年人工合成的可降解生物活性材料的应用比以前有了较大的增长。这可能是由于异种骨本身只能起到骨传导的作用，单独使用效果差，不能修复大的缺损，并且还存在着免疫排斥和传播疾病的潜在危险。口腔科使用的异种骨材料最有代表性的就是 Bio-Oss 骨颗粒。它是将牛松质骨中有机成分去除后制成的具有多孔结构的异种骨颗粒。关于它是否具有骨引导作用还有不同的看法，并且，从临床上可以看到它的吸收降解非常缓慢。Bio-Oss 主要用于种植等方面的骨再生。Schliephake H 等制作羊下颌骨缺损模型，实验组使用自体培养的骨祖细胞和异种骨颗粒制作的骨块移植修复，对照组仅使用异种骨，术后 5 个月组织学分析显示实验组的成骨量明显高于对照组，尤其是在骨块的中央区域。也有少量文献报道将异种骨颗粒和自体富含血小板血浆合用填塞颌骨囊肿摘除后的空腔，术后效果良好。

我国学者将从牛皮质骨中提取出的 BMP 放入作为载体的已去除抗原性的松质骨中，然后加工成块形在临床上使用。这种材料被称为重组和异种骨(RBX)，在治疗长骨的骨不连接、骨缺损中有 90%以上的成功率。还未见到在颌面部应用的报道。

五、骨替代品移植

(一) 骨替代品的分类

自体骨是最理想的骨缺损修复材料，但自体取骨增加了创伤，并且供骨有限，难以满足大段缺损修复的要求。异体骨、异种骨因存在传播疾病的可能、免疫排斥反应、骨诱导能力差和术后并发症等问题而受到限制。因而理想的人工骨替代材料成为研究的方向。金属、陶瓷等材料是较早使用的人工骨移植材料。初期，由于技术和材料欠佳，植入后并发症很多，成功率极低。随着技术和工艺的进步，钛合金、高分子材料的相继问世，与以前的材料相比，获得了明显改善的临床效果。这类材料目前还在使用，但仍有不足之处。之后，材料科

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

学突飞猛进，相继出现的生物材料使得人工骨替代材料的生物相容性得到了很大的提高。20 世纪末至今，组织工程学的设想与研究给人们带来了完美的期待。

从材料类型可以分为两类，第一类是无机材料。无机材料中含金属材料和生物陶瓷两种。金属材料的质地有不锈钢、钴基合金、钛合金等，它们的组织相容性差，不能降解，局限性非常明显。生物陶瓷材料主要为羟基磷灰石、磷酸三钙、生物玻璃等，这些材料具有无机材料的基本特征，还有力学强度好，与宿主结合紧密，无明显排斥反应特点，但存在降解吸收性能较差等特点。通过改进工艺技术，能制备出不同形状、孔隙率和降解率的陶瓷产品，可制作成颗粒型、多孔型和实体型。近年来最热门的纳米技术在材料学上广泛应用，研制的纳米人工骨的微结构具有天然骨分级结构和天然骨的多孔结构，植入后材料可逐渐被人体吸收，最后完全被人体自身骨组织代替。

第二类是有机材料，主要包括胶原、α-聚酯等。胶原是人体的基质，以胶原纤维形式存在。骨组织中主要存在Ⅰ型胶原和透明胶质，是正常骨组织内的主要有机成分。它可与骨细胞表面的受体结合，促进成骨细胞的黏附、增殖、分化，能刺激骨髓间充质干细胞向骨细胞转化，能与生长因子结合，促进新骨形成，但胶原缺乏一定的机械强度，难以单独用作骨细胞培养基质材料。α-聚酯是人工合成的有机高分子材料，是经过多聚化过程，将许多低分子量的单体结构聚合在一起而形成的，目前研究较多的主要有聚乳酸(PLA)、聚乙醇酸(PGA)、聚乳酸-乙醇酸共聚物(PLGA)、聚 β-羟基丁酯，聚乳酸-己内酯的共聚物、聚原酸酯、聚酸酐等，它们在体内有良好的生物相容性及一定的可塑性，主要以水解方式降解，降解产物参与循环排出。但也有人认为降解物具有弱酸性，有时可引起周围组织的炎性反应。这些材料有较理想的降解速度，用以作为载体与具强诱导成骨能力的生长因子结合制成复合材料。目前，用于实验研究和临床的材料是复合人工骨材料，即是将只有骨传导作用的支架材料与具有诱导能力的物质，如骨生长因子、骨髓组织等共同制备而成的复合物，如红骨髓复合人工骨、BMP 复合人工骨、聚合物复合人工骨、胶原羟基磷灰石复合骨等。

(二) 骨替代品的应用

目前，金属支架在下颌骨缺损修复中还在使用，多为钛板、不锈钢板、钛网加自体骨颗粒等。关于这方面报道的成功率大约为 60%～80%之间。最常见的并发症是感染、金属板暴露、松动、折断等问题。关于金属板的暴露率也相差甚远，为 4%～40%左右，这当然也和部分报道病例数过少有关。术后几天至几周内出现的修复体暴露被认为是创口感染所致或覆盖的软组织不足，而术后数月出现的修复体暴露则有可能是由于金属板不能适应颌面部的生理动度所致。关于放疗与暴露率的关系存在相反的意见。术后金属板的折断多发生在螺钉固位处，认为这可能与应力集中有关。有学者统计分析结果认为骨缺损 5cm 以上和软组织缺损量达到 $240cm^3$ 以上与并发症的发生有相关性，但是这种方式修复前牙区，尤其是跨越中线的情况，并发症的发生率明显高于其他部位。金属支架修复后只能行活动义齿修复，且条件较差。Raphael 报道的 34 例使用功能性钛动力桥板修复的患者中有 7 例进行了义齿修复，但未评价其功能。由于这种修复方式的并发症较高，不能适用于生长期的患者，且后期功能恢复不是很理想，因而有学者提出它仅适用于临时性/姑息性修复或间隙保持之用。

人类的牙齿和骨骼是由羟基磷灰石微晶所组成，因而也一直寄希望于能够利用这种最

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

接近于天然骨成分的材料。目前的研究已经认识到，羟基磷灰石材料具有一定的孔径、孔隙率时，最适合骨组织的长入。珊瑚羟基磷灰石(CHA)是以海洋珊瑚为原料，经过一系列复杂的热液置换反应，将珊瑚中的矿物成分转换为羟基磷灰石并保留了珊瑚天然的孔隙结构，最后得到物理结构和无机成分与人体骨相似的产品。植入骨缺损区具有良好的成骨潜能，其孔隙适合于血管再生，骨再生和骨沉积。有学者制造兔桡骨缺损模型，以珊瑚多孔羟基磷灰石(CHAP)、纤维蛋白及金葡液复合物修复为实验组，自体骨修复为对照组。12 周时实验组和对照组均见大量成熟的骨细胞及板层骨；实验组见植入物完全骨化，塑形完全，CHAP 未完全降解。X 线片示实验组和对照组骨皮质连续，髓腔复通，塑形完全。表明 CHAP-FS. SAI 复合物具有较强的成骨能力和良好的生物相容性，能作为自体骨移植的一种替代物修复骨缺损。还有在实验动物猪、鼠、犬等制造颌骨缺损模型，使用胶原复合羟基磷灰石、生长因子复合羟基磷灰石、纳米羟基磷灰石-聚酰胺复合人工骨等复合材料修复，都取得了较满意的效果。实验也显示纳米羟基磷灰石在生物相容性、促进骨修复再生等方面均优于普通羟基磷灰石。

在临床上，有较多的学者使用羟基磷灰石复合材料修复囊肿或肿瘤术后遗留的 2～3 壁骨缺损，都取得较好的治愈率。但是用以修复颌骨节段性缺损的报道还很少。马建军等使用 BMP+NNB(主要成分为羟基磷灰石)/NNB 修复唇腭裂造成的齿槽突裂和肿瘤或外伤造成的上、下颌骨缺损。两组术后愈合良好，总成功率达 98.3%。BMP 组在 12 周时植入骨与骨缺损接触处完全性骨连接，形成骨性愈合，网孔内完全形成新生骨，而 NNB 组虽形成骨性桥连，但中心仍有部分未达骨性连接，在 6～12 个月后形成骨愈合。Stanton 报道使用注射型磷酸钙骨水泥修复囊肿术后的位于下颌体与升支交界处的下颌骨 3 壁骨缺损。术后有多余的骨水泥从黏膜下析出，78 周时修复体内部的血运循环已经建立。随访 3 年显示缺损部位的宽度、高度恢复良好。

Abukawa H 等制作小型猪下颌骨缺损的模型(2cm×2cm)，把可吸收的生物降解聚合物-乳聚糖和自体间充质干细胞复合物植入缺损区，6 周后发现体内成骨良好，新生骨组织密度均匀，与自体骨界限不明显，成骨细胞、破骨细胞、骨小梁和毛细血管等附着在整个支架上。国内有人利用骨髓细胞复合支架材料修复动物模型下颌骨部分缺损，也取得良好的效果。Marukawa 等制造了猴子下颌骨 3cm 长的节段性缺损，使用 rhBMP-2 和聚乙醇酸明胶海绵复合物修复，术后 12 周之前，可看到植入物的密度逐渐降低，之后逐渐回升。术后 15 周的扫描显示新骨的矿物质密度已达到原来骨组织的水平，但新骨的表面并不光滑。术后 20 周植入种植体，28 周恢复咬合，可看到明显的骨重建，逐渐出现骨髓腔。新下颌骨体的三维结构与原下颌骨体一致。观察至术后 52 周仍见义齿功能正常。

我国学者报道了将 rhBMP 诱导兔间充质细胞生成的骨细胞置于髁突形状的多孔珊瑚骨上，体外培育 3 天后植入裸鼠体内，2 个月后得到了外形不变的骨性髁突。国外的一些研究已经成功地将干细胞转化成骨和软骨细胞，将其置于人下颌骨髁突形态的明胶海绵(聚乙醇-丙烯酸酯)及葡聚糖层状结构的支架材料中，形成骨与软骨的组织复合物，8 周后形成了组织工程髁状突。这些突破性进展将为下颌骨缺损及颞下颌关节疾病的治疗带来希望。

除自体骨移植外，无论是异体骨移植、异种骨移植，还是可降解高分子生物聚合物植入，新骨的形成始终都是依赖骨传导、骨诱导和骨生成细胞这三个环节。异体骨和异种骨已并

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

非传统意义上的骨组织，而是经过处理的天然成分骨。上述三种方式所使用的材料有着一定的骨传导作用和尚不能确定的骨诱导作用，临床研究来看，都是在与自体骨髓组织或骨生长因子合用的情况下能取得较好的治疗效果。目前还没有哪一种材料显示出明显的优势来取代其他两者。

六、儿童下颌骨缺损修复

关于儿童颌面部肿瘤的报道比较少。根据有关文献报道，儿童颌面部肿瘤约占颌面部肿瘤的 5.7%～9.1%。其中良性肿瘤约为 92%～98%，恶性肿瘤以肉瘤为最高。发生于颌骨的肿瘤约占儿童颌面部肿瘤的 13.7%～16%。虽然儿童的颌骨病变比率很低，但是由于儿童处于生长发育期，术后面部外形和功能还要发生变化，因此，既要考虑肿瘤的复发或生存率，又需要考虑选用何种修复方式。

下颌骨的生长有两种形式：软骨成骨和骨表面沉积。除髁突区外，下颌骨的生长均为骨膜下成骨，易受肌肉、功能因素的影响。肋软骨与肋骨的结合是具有内在生长潜力及适应性生长改建活力的结构基础，近似于下颌骨髁状突的生长中心，自身移植有时可促进下颌的生长发育。因此，用于生长发育期的儿童被认为是"生长中心移植"。下颌骨的对称性改变与下颌骨的生长中心有关，该生长中心主要位于髁状突软骨及上方覆盖的纤维结缔组织。下颌骨核素显像表明，5 岁儿童的髁突生长活性大于体部位、升支，随着年龄增长逐渐递减，其变化以髁状突最为显著。14 岁是骨骼的成熟期，14 岁之后，颅面骨的进一步生长变化是非常微小的，颌骨生长发育的稳定期在 20 岁左右，晚于全身的生长发育。如果儿童需再次行颌骨矫正手术，在生长活性不明的情况下，以 20 岁左右进行正颌手术为好。

关于儿童骨缺损修复方式的选择在不影响发育的大前提下，还没有明确的适应证。由于金属、无机物等替代材料没有生长的可能，不作为儿童或青少年修复的选择考虑。文献报道的缺损修复方法有血管化腓骨瓣移植、肋骨移植、肩胛骨移植、髂骨、冻干异体骨、脱钙骨、颅骨、骨松质碎块等。用于颌面部修复节段性骨缺损的有血管化腓骨瓣移植、肋骨移植、肩胛骨移植、髂骨和颅骨，报道较多的是前两者。因为儿童病例本身很少，在随访期间又会出现移居、因肿瘤死亡等情况，因而报道的病例数都很少，且随访时间的结束点都不相同。Iconomou TG 等报道认为腓骨修复包括髁突的半侧下颌骨后，下颌骨生长基本对称，张口度、咀嚼等功能正常。Carlors 报道了使用腓骨瓣和肩胛骨瓣修复下颌缺损，不论是否包括髁突缺损，随访均显示下颌骨生长良好，面型对称，咀嚼功能正常。但都未提及义齿修复的具体情况。而 Gleizal A 等的结论则相反，认为修复侧生长欠佳，尤其是髁突缺失的情况下。而带肋软骨的肋骨移植后一些学者认为修复侧生长过度。在腓骨移植中，如果是游离骨段移植，小儿的再生能力强，腓骨切除后，只要保留骨膜，日后可再生一个较完整的腓骨。

在儿童的较大骨缺损修复中采用非血管化游离移植的成功率较低，自体血管化供骨受到多种因素影响而有限，因而一些学者在研究异体血管化供骨。有文献报道使用带血管的同种异体骨修复儿童长骨大范围缺损(>6cm)，供骨取自直系亲属，采集后经过灌注处理和冷冻保存以保持循环系统和降低免疫原性，术后给予 2～3 周的抗排斥治疗。术后反应小，并发症少，成活率 100%。长期随访结果良好。目前还没有在颌面部方面的应用报道。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

七、有关种植体的问题

骨移植成活后，即使移植骨不能完全恢复原下颌骨体的三维体积，只要骨量能满足种植体的要求，进行种植体支持的固定或活动修复都是较完美的解决方案。在下颌骨缺损较小的情况下，采用游离植骨 6 个月后就可行种植体植入。大的颌骨缺损多采用血管吻合游离植骨术，由于骨瓣带有血供，可同期植入种植体。同期或延期并无必然的适应证，主要是考虑以下两点。一是同期植入后如骨段固定欠佳或术后部分骨不成活，则可能造成植体位置不理想或无效。二是术中需使用夹板固定骨段，螺钉有可能会与植体位置发生冲突，需要仔细安排。而在术后种植须注意避开骨段连接处和长骨段作塑性处，一般这些部位的抗力性较差。在没有骨移植的患者中，经过放疗的骨不宜植入骨整合种植体，大的颌骨缺损多由于恶性肿瘤造成，常需要配合放射治疗。Allen Sclaroff 等报道了在手术同期植入种植体，4～6 周的愈合时间后，一些患者进行了补充放射治疗，放疗后未给与特殊治疗。这些患者的种植体成功率为 88%，但患者例数过少。目前关于术后早期放疗对于种植体的影响还没有一致的看法，有些学者提出的较稳妥的方法是配合高压氧治疗。

第三节　上颌骨缺损及修复

上颌骨位于面中部，其缺损多见于因外伤和肿瘤而施行的上颌骨切除术后。上颌骨切除术所造成的术后组织缺损，不仅影响患者的面部形态，而且对咀嚼、言语、吞咽、呼吸及运动、感觉等功能造成严重障碍。上颌骨的切除常包括部分颧骨在内，有时视具体情况不同，还要包括鼻骨、筛骨、眶骨在内，各种软硬组织缺损会导致唇、颊、眶周软组织塌陷和硬腭的组织缺损，给上颌骨缺损的修复重建增加难度。

理想的上颌骨重建不仅要充填死腔，重建面部形态，而且应在咀嚼功能、吞咽功能、吮吸功能、语音功能及鼻腔通气功能等方面都达到满意效果。传统的赝复治疗因固位及支撑条件欠佳，对口腔功能，尤其是咀嚼功能的恢复很差。近年来，随着功能性外科和功能性整复的开展，以及种植体技术、固定系统及相关生物工程学的发展，使上颌骨缺损后即刻重建和面中 1/3 外形、功能的恢复成为可能，并在一定程度上提高了患者的生存质量。

一、上颌骨缺损的分类

(一) 以赝复体修复上颌骨缺损的分类

上颌骨因解剖与相邻结构比较复杂，上颌骨缺损除一般牙列缺损、颌骨缺损外，有时还伴有面部软组织缺损。在义颌修复治疗的计划制定和实施过程中，提出一个完善的上颌骨缺损分类比较困难，迄今尚未有被广为接受的方法。有的根据缺损的病因和部位进行分类，分为先天性和后天性上颌骨缺损；有的是按照软硬组织的缺损情况分类，有 FC 分类法、HS 分类法；也有同时考虑了组织缺损情况和修复体设计的不同特点来分类的奥森分类法。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(二) 上颌骨切除术后缺损的分类

上颌骨切除术(maxillectomy)中的肿瘤可以突破上颌骨壁,因此所造成的缺损范围常因累及周围组织缺损的程度不同,导致口腔功能的损害和面容破坏。随着上颌骨切除手术的扩大,与修复重建外科手术的广泛应用,对上颌骨切除术后缺损结合功能和美观造成的影响,以及相应以最适合的修复与重建术式进行分类,就显得更加有价值。

目前国内大多参考 Brown(2000)等提出的上颌骨缺损分类法。它依据垂直方向将上颌骨缺损分为 4 类:Ⅰ类,上颌骨切除术,不引起上颌窦瘘;Ⅱ类,低位上颌骨切除术,保留眶底和其内容物;Ⅲ类,高位上颌骨切除术,不保留眶底和眶周;Ⅳ类,根治性上颌骨切除术,眶内容物整个被摘除。其中Ⅱ~Ⅳ类又根据水平方向对缺损进行亚分类:a 亚类为单侧上颌骨缺损;b 亚类为双侧上颌骨缺损;c 亚类为全上颌骨缺损。一般认为,垂直向的缺损体现了手术对于面容的影响,而水平向的缺损则更多体现了修复的难度和对功能方面的影响。这种分类方法有效的结合了单纯从牙列、咀嚼和发音进行考虑或单纯从美观、鼻部和眼眶支持组织进行考虑的不足。

Yamamoto(2004)等结合了颧上颌支柱(zygomaticomaxillary buttress,ZMB)、翼上颌支柱(pterygomaxillary buttress,PMB)和鼻上颌支柱(nasomaxillary buttress,NMB)在上颌骨切除术后缺损的情况进行分类。第一类缺损指的是局限性的上颌骨切除术和上颌骨次全切除术,包括硬腭在内的低位的上颌骨的一侧壁或两侧壁切除,不包括眶底。PMB 和部分 NMB 被切除。第二类缺损是高位上颌骨切除术的缺损,包括眶上颌骨切除术和眶、颧上颌骨切除术后的缺损,包括眶底在内的高位的上颌骨的一侧壁或两侧壁切除,大部分眶内容同时被摘除,有时颧弓也被切除,而硬腭得到保留。ZMB 和部分 NMB 被切除。第三类缺损指的是全上颌骨切除术或根治性上颌骨切除术后的缺损,整个眶内容物也同时被摘除。ZMB、PMB 和 NMB 都被切除。这种分类方法考虑了上颌骨解剖中三大支柱在恢复面中部解剖外形方面的重要性。

根据分类方法的不同可以帮助术者选择合适的组织瓣,但手术方案的确定还需要考虑一些别的因素,包括患者的年龄、医疗条件、身体条件、病因等等。肿瘤的生物学特性、能否治愈、周围组织情况也决定了是否能以组织瓣或赝复体进行修复。因为涉及以后的功能重建,因此需要外科医生与修复医生共同决定手术方案。

二、上颌骨缺损修复重建的方法选择

上颌骨骨缺损后重建外形及功能是长期以来口腔颌面外科很难解决的问题,先天性或后天性骨缺损都会导致颜面中 1/3 的畸形和功能障碍。目前修复的方法很多,但对上颌骨和颧部轮廓以及上颌窦壁的恢复,为义颌提供骨骼支持的腭部重建和上颌窦生理功能的恢复这三大难题尚未能得到解决。

应用上颌赝复体来封闭上颌缺损是一种传统而可靠的方法。赝复体可以将口腔和鼻腔分隔开,这是言语和吞咽的功能基础;并可以重建牙列,恢复美观和咀嚼功能。此外,赝复体还可以修复上颌骨、鼻腔和眼眶的缺损。赝复体可以单独使用,也可以与组织瓣联合应用。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

近年来，随着微血管吻合技术的发展，游离组织移植修复上颌骨缺损已为越来越多医患所接受，这些技术也从根本上弥补了赝复体修复上颌骨缺损的缺陷。因此，出现了应用游离组织复合瓣结合骨内种植体的即刻修复，这不仅使患者即刻关闭了口鼻瘘，也因有质量较好的移植骨和种植体的修复，使患者术后的咀嚼功能、语音功能、鼻通气功能得到不同程度的恢复。以往反对即刻修复的主要顾虑是担心由于组织瓣覆盖了上颌骨切除术后的死腔，无法肉眼直接观察早期肿瘤有无复发。现在随着鼻内镜、CT、MRI现代影像医学的不断发展和普及，已可以越来越早地发现肿瘤的复发灶，这些都有利于疾病早期复发的监控。

牙及颅颌面种植外科的发展在20世纪80年代已取得了很大的成功，并在20世纪90年代被普遍应用于口腔颌部重建中以恢复患者的咀嚼和吞咽功能，保证了咀嚼、吞咽功能的重建和提高了赝复治疗的效果。牙种植外科在颌骨修复中几乎已成为不可缺少的一部分。在现代，如果只修复颌骨缺损而不重建牙列，被视为不完全的修复，不符合现代口腔颌面修复重建外科的标准。

近20年来，随着组织移植技术的发展，开始应用肌皮瓣、骨肌皮复合组织瓣或皮瓣加骨移植修复上颌骨缺损，Tideman(1993)等首先开展了钛网支架内自体髂骨块充填、颞肌筋膜瓣包裹方式修复上颌骨缺损。血管化自体骨移植同期植入种植体的发展，为颌骨缺损提供了功能性重建的方法。联合应用游离组织瓣、就近瓣和颌面部赝复体可以比单一方法获得更理想的结果。骨种植体的发展更好地使功能和外形得到了改善。在所有患者中，都不是单一方法或单一组织瓣就可以重建面中部的缺损。这些方法需要适合骨和软组织的特定缺损，承受咬合力，获得足够的修复支持。应该利用多学科方法，并根据不同的病例和不同的需要来进行选择(图8-3)。

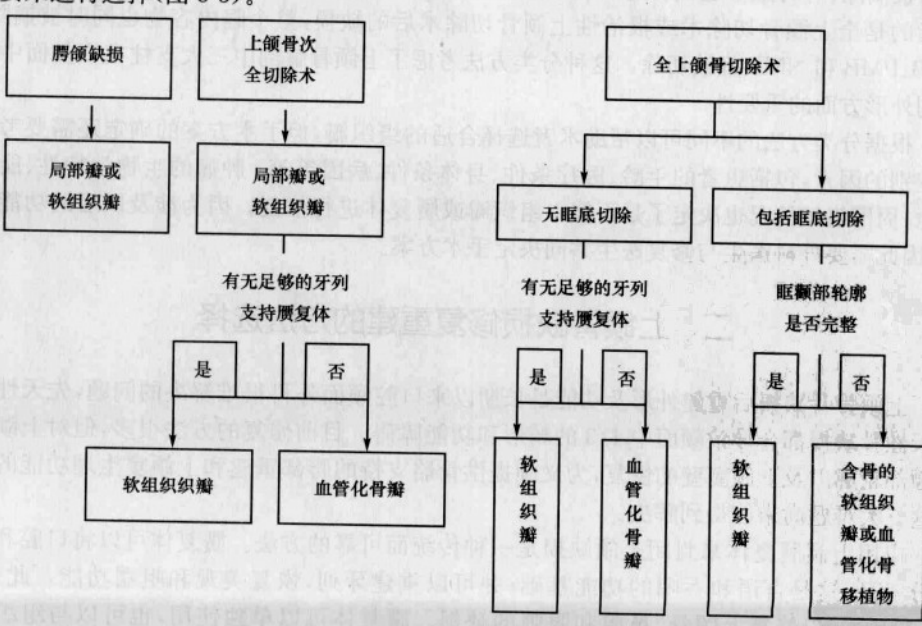


图8-3 根据需要选择组织移植材料

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、上颌骨缺损修复与重建的时机

上颌骨缺损修复和重建的时期可以分为一期(即刻)修复和二期(二期)修复两类。目前大多学者主张应在外科手术后即刻进行,尽早恢复外形与功能,以利于患者术后生存质量的提高。但修复上至今存在两种观点与两大类手术方法的争议:一种观点是不主张早期外科修复,术后以赝复为主,以便术后随访观察;但其缺点是术后瘢痕挛缩明显,造成下睑外翻、口角上抬、张口受限等并发症。第二种观点主张同期外科手术重建上颌骨缺损,以利外形与功能恢复,包括血管化肌皮瓣的软组织修复及众多封闭式骨性外科重建术。近 10 年来,随着口腔种植学、生物力学、材料学等学科的迅速发展,以及显微外科及种植体技术的应用,上颌骨外科手术重建与修复手段日趋成熟;但此类术式的最大不足在于手术复杂,操作技术要求高,风险大,增加供区创伤等,这些因素限制了其推广应用。当修复中需要植入种植体时,对于无禁忌证且无法以赝复体进行修复的病例,应即刻在含骨皮瓣上的骨上进行种植。如果缺损的大小和余留牙的数量可以使赝复体得到足够的固位,应该推迟种植的时机,一般重建术后 6~8 周就可以进行。

四、牙槽嵴重建术

目前的修复重建外科标准已进入到形态与功能兼顾的高级阶段。颌骨缺损的修复离不开咀嚼功能的重建。上颌骨缺失后的牙槽嵴重建对于以后的义齿修复是非常重要,牙槽嵴骨量丧失,牙槽嵴高度降低和相应软组织的改变为义齿修复带来诸多困难,采用适当的方法重建牙槽嵴可使修复获得事半功倍的效果。目前增高牙槽嵴的方法很多,主要有以下几种。

(一) 天然骨植入法

传统方法为游离自体骨移植,将供骨修成所需的形状植入,以恢复萎缩牙槽嵴的正常解剖外形。这种方法一般可增高牙槽嵴高度 1cm,术后重建的牙槽嵴形态位置良好。髂骨因富含大量骨松质,临床最为常用。自体骨移植后,特别是自体髂骨和肋骨移植会出现较明显的吸收现象,不利于恢复牙槽嵴正常解剖外形。Lenzen 等选用自体颅盖骨增高牙槽嵴,术后 1 年牙槽嵴降低 10%,低于髂骨和肋骨移植的吸收率(40%~60%)。有学者主张采用下颌骨的升支后部、联合区、颏部等供区来源的自体骨植入增高牙槽嵴,可减少骨吸收的程度,取得了令人满意的效果。

(二) 羟基磷灰石植入法

羟基磷灰石(hydroxyapatite,HA)是具有高度生物相容性的骨替代材料,用于重建牙槽嵴外形的 HA 多为颗粒状。Kent 发现 HA 与松质骨联合植入可使增高的高度达到 10~15mm。

(三) 膜引导骨再生法

Simion(1994)报道了首例采用引导骨再生膜(guided bone regeneration, GBR)方法垂直增高无牙颌患者萎缩的牙槽嵴,并进行了组织学评价,结果表明 GBR 可增高牙槽嵴不超

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

过4mm，组织学结果满意。

（四）牵张成骨术

牵张成骨术(distraction osteogenesis，DO)应用于口腔颌面外科仅10余年，它可以有效增高牙槽嵴，所形成的新骨可用于种植体的支持和固位。多应用于植骨后骨量不足时对牙槽嵴进行加高，除了可以垂直牵引增加牙槽嵴的高度外，还可以通过水平牵引成骨装置增加牙槽嵴的宽度。而且，必要时在牵张完成后取牵张器的同时，局部还可以植入种植体进行功能重建。

五、上颌骨缺损的赝复体修复

对于因各种原因而导致的上颌骨缺损，传统方法主要采用赝复治疗。这种修复通过健侧或残余牙固位、鼻底固位、组织倒凹固位的方法，能达到口鼻腔隔离，部分地恢复患者的语言和吞咽功能，恢复唇面部原有外形，重建牙列的功能，且方便摘戴，对观察早期肿瘤有无复发十分有利。缺点：为非自体组织，易诱发放射性口腔黏膜炎、周围软组织损伤，因口鼻瘘而无法完成吸吮功能；义颌边缘封闭性差，固位不良，难以反映肌肉动态的正确外形；以及影响口腔卫生等。

固位、支持和稳定是影响赝复体咀嚼功能的主要因素。孙坚等对上颌骨全切后单纯行赝复体修复的患者行殆力测定发现，正中咬合存在极有限的殆接触面积，因而无殆力的显示。这显然与赝复体缺乏有效支撑、无法传导殆力有关。赵依民的研究表明，保留部分患侧上颌骨缺损侧的赝复体，平均殆力和咀嚼效能明显高于一侧上颌骨全部切除者。Funk认为近中腭骨边缘和外侧黏膜固有层瘢痕（皮瓣与下颊黏膜连接处）缺失，会影响赝复体的支持和固位；上颌前牙槽弓、上颌骨鼻突、覆盖的上唇和面中部软组织缺失，会影响义齿的稳定；尤其是剩余基牙的数目不足，不仅影响义齿固位，而且会导致水平翘动。这些都直接导致赝复体咀嚼功能降低。

六、上颌骨缺损的组织瓣修复

随着显微外科技术的发展，近年应用游离组织瓣移植进行上颌骨的功能重建成为头颈外科的研究热点之一。各种游离瓣包括软硬组织瓣能够根据缺损的情况不同做出相应的选择。

（一）腭颌缺损

上颌骨缺损通常伴腭部缺损。这类缺损行义齿修复仍具有一定的骨形承托区。其修复目的，主要是使口鼻腔得到分隔，维持患者的正常语音和饮食功能。一些包括牙槽嵴、牙齿和周围黏膜在内的小的腭部缺损，如果有足够的牙列且无上颌窦瘘，可以通过二期愈合或局部瓣覆盖修复。常用的组织瓣为颏下岛状瓣、腭岛状瓣和前臂皮瓣。

颏下岛状瓣是包括了颈深筋膜浅层，其抗感染力较强，且能黏膜化。还可制备成骨肌皮复合瓣，重建腭部缺损的同时建立牙槽骨，并可在其中行种植义齿，改善咀嚼功能，恢复患者的面容。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

腭岛状瓣对于修复 $15cm^2$ 或以下的缺损是非常适用的。这个瓣含有丰富的腭部血管——腭降血管，可以围绕蒂旋转 180°。

桡侧前臂皮瓣常用来修复深的腭部中央缺损。它可折叠使用，用来修复鼻底和硬腭，兼之解剖恒定，存活率高，非常适合于修复腭部缺损。

（二）低位上颌骨缺损

当腭部缺损涉及上颌窦或造成口鼻瘘时，可以通过使用赝复体软组织移植来封闭口腔，使功能进一步得到完善。可以选择的方法有：

1. 带蒂的颞肌筋膜瓣加表皮移植　带血管蒂的颞肌筋膜瓣作为修复上颌术后腭颌缺损的衬里组织，是较为理想的供区之一。它可以提供修复缺损足够大的组织。临床上多以颞浅血管为蒂设计颞肌筋膜瓣，血管直径多在 1.3mm 以上，切取范围可达 10～15cm。Choung 描述了同侧或两侧的含分段或部分段的颅骨的颞肌瓣的应用。这个瓣可以通过颧弓前部或后部的骨切开术到达口腔，其附件可以到达喙突。

2. 桡侧前臂游离组织皮瓣　前臂皮瓣是一种多功能皮瓣，对口内黏膜、面颊的修复应为首选，同时也是上颌骨缺损和腭颌缺损理想的供区之一。该皮瓣位置表浅，解剖恒定，易于切取，且血管蒂长，管径较粗，特别是皮下脂肪较少，皮瓣薄而柔软，利于造形。口腔颌面外科多使用的是桡侧前臂皮瓣，因其以桡动脉和头静脉为血供，解剖位置恒定且制备方便。桡动脉管径为 2～2.5mm，头静脉为 2.5～3mm，与头面部受区血管管径相似。前臂皮瓣可以提供 10cm 以上较长的血管蒂及较大面积的组织量，而且皮瓣的质地与口腔黏膜近似。它具有独特的血供构筑特点，即在皮下各层中有广泛的小血管吻合，形成丰富的血管网，因此可以折叠使用，来提供口腔和鼻腔表面的角化上皮，修复腭部 $20cm^2$ 的缺损。

Futran 等使用桡侧前臂含骨皮瓣来修复牙弓缺损。4 个患者用含桡骨的皮瓣成功恢复了牙列弓形。虽然移植的桡骨因厚度不足种植体无法植入，但这些患者能通过传统义齿进普食，获得几近正常的言语功能和可接受的美观要求，且无上唇回缩。

3. 腓骨游离皮瓣　自 Hidalgo(1989) 首次报告利用游离腓骨瓣修复下颌骨缺损以来，游离腓骨瓣在口腔下颌骨重建中的应用很快为头颈重建外科医师所接受。腓骨可供骨长度可达 20～30cm，是修复颌面骨缺损的理想供区之一。游离腓骨复合组织瓣的肌肉组织能充填上颌窦腔，其皮岛修复腭黏膜的缺损，结合种植义齿或传统义齿修复，几乎能完全实现上颌骨的功能性重建。它不仅完全封闭了口鼻腔相通，而且皮岛与软腭缝合连接，愈合成一有机整体，恢复了软腭肌肉附着，重建了软腭运动功能，使术后的腭咽闭合仍能达到完全，较好地恢复了上颌骨缺损患者的语音功能。由于腓骨瓣骨性支架的重建，也为皮岛-软腭创造了骨性支撑，不容易出现软组织移位和收缩。

游离腓骨骨皮瓣可以携带由腓动脉穿支供养的小腿外侧皮瓣作为皮岛，用于口腔颌骨复合缺损的修复，皮岛不仅可以用来修复口内外的软组织缺损，还可以去除表皮后用于组织缺损的充填，其成活率达到 90%～100%。腓动静脉口径十分恒定和粗大，与颈部血管的口径匹配良好，容易吻合成功。对腓骨游离皮瓣应用于上颌骨缺损的修复主要取决于腭部缺损的大小。当修复医师认为剩余组织面不足以承重赝复体时，需要使用腓骨复合组织瓣，因为它可以含血管移植物，能够满足种植的需要。

腓骨为高密度的管状皮质骨，带血管的游离复合腓骨瓣能重建牙槽突，恢复上颌骨骨性

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

支架。它所能提供的骨长度，居各种游离复合组织瓣之首，可满足几乎各种类型颌骨缺损修复的需要。而且腓骨瓣供区远离头颈部，可实施双组手术。骨段切取的部位，应以上 3/4 或以中 1/3 为主体，长度应以受区所需的骨量而定。腓骨不同于其他长骨的骨膜和骨内双重供血的特点，使得它可以根据需要作多处截骨后行三维塑形，恢复牙槽突的形态。在目前的各种游离骨瓣中，腓骨最接近颌骨的皮质-松质骨比例。腓骨的另一显著特点是双层皮质骨，有一定的宽度和高度，非常有利于牙种植体的植入，使种植体获得最大程度的骨性结合，保证种植修复的成功，提高了口腔颌骨重建后的功能恢复。但腓骨瓣的高度往往不足，需增加垂直高度方可满足种植要求，髂骨瓣则能更好地满足小于 6 个牙位的颌骨重建的需求。腓骨瓣如需同时修复口内黏膜或口外皮肤缺损，皮瓣设计应以腓动脉的节段分支和隔皮穿支为蒂。如修复上颌窦与鼻腔软组织缺损，可将皮瓣设计成两个皮岛，一个修复腔内，一个修复口内。如需携带肌肉充填上颌骨骨腔，可选用比目鱼肌和拇长屈肌。缺点：腓骨修复上颌骨有足够长度但高度不足；皮岛在口腔内有汗毛生长与口腔黏膜不协调；下肢遗留瘢痕特别是青年女性影响美观；对青少年踝关节的生长和发育及稳固性仍有待于进一步探讨；由于口腔内外结构的复杂性及缺损性质，不能由单独的皮岛同时解决口腔内外大面积软组织缺损，需联合皮瓣。

4. 带蒂颊脂垫　带蒂颊脂垫为岛状组织瓣，有多源性的血供，易于得到，且具有较强的抗感染和组织修复能力。带蒂颊脂垫移植后可自行完成上皮化，不需游离植皮；易塑形；对供区功能影响较小；因具有丰富的血供和较强的成活能力，能够承受恶性肿瘤外科手术治疗后的放疗。以颊脂垫衬里支持骨移植来修复上颌骨是一种上颌骨重建且保留上颌窦功能的手术方法，对保留眶下缘的一侧上颌骨缺损可获得外形、功能恢复。将带蒂颊脂垫植入上颌窦与移植骨之间，可以避免移植物的暴露，血管化的颊脂垫不仅有助于移植骨较好的结合，同时能恢复上颌窦的正常生理功能。

5. 胸大肌皮瓣　胸大肌肌皮瓣为轴型皮瓣，血管相对固定，血供丰富，有知名的胸肩峰动脉和胸外侧动脉，既可作为带蒂皮瓣，又可作为游离皮瓣进行血管吻合移植。带蒂或游离的肌皮瓣均可携带肋骨修复骨质缺损。

6. 肩胛骨皮瓣　对于此类缺损，PMB 的重建非常重要，我们可以选用肩胛骨外侧缘联合背阔肌皮瓣或肩胛肌皮瓣来进行，肩胛骨外侧缘有足够的体积可以提供赝复体的稳定，因此对修复 PMB 非常适用。肩胛骨最大能提供约 12cm×3cm×1.2cm 的骨量，属于坚实的松质骨。位于肩胛冈下的肩胛骨中部骨质较薄，是修复腭部水平板的最佳材料。肩胛骨血供丰富，临床制备骨肌瓣或复合瓣时，常以肩胛下动脉为主要血管蒂，以旋肩胛动脉及胸背动脉为分支血管蒂。优点：可以在同一供区内设计单纯骨瓣、骨皮瓣、骨肌皮复合瓣，以满足口腔颌面部各种软、硬组织缺损；供区较为隐蔽；血供丰富，抗感染能力强，成活率高；骨瓣有骨皮质和骨松质，便于成形，其外形与上颌骨相仿，在自体修复中可谓最佳；供区有多组血管蒂可供选择，且血管蒂较长，骨、肌、皮瓣有各自独立的血管，手术操作灵活性较大；用肩胛骨作为种植体的基骨，效果虽差于腓骨，但优于髂骨、肋骨。

（三）高位上颌骨缺损

对于此类缺损，除了要恢复口腔功能，还要重建眶底壁和颧骨。没有足够的眶部支持，会造成眼球内陷、远视、复视。这类缺损的重建要困难得多，要达到的目标有：①提供眶内容

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

物的支撑;②切除眶部和鼻咽的相连组织;③重建腭部表面;④获得面部对称和良好的外形。可选择的组织瓣有:

1. 带蒂的颞肌筋膜瓣 带血管蒂的颞肌筋膜瓣游离移植成活率高,在高位上颌骨缺损中常用来修复上颌骨截除后缺失的鼻腔黏膜,隔开口鼻腔,防止移植骨感染;还可形成良好的软组织床,利于移植骨的成活。颞肌瓣可以旋转通过切除的颧弓,适用于不能接受游离组织移植的情况。采用颞肌瓣的另一优势是筋膜面无需植皮,4 周后即可黏膜化。其中如含有血管化的颅骨还可以给眶部足够的硬组织支持。带蒂的颞肌加血管化的颅骨瓣可以提供细薄的高质量的骨来支持眼眶。

但是,组织瓣到达眶底和眶下缘需要切除上颌骨的部分侧壁,这会削弱颧上颌支柱(ZMB)的支持。另外还可能会损害面部神经,尤其在较高的区域会导致颞窝凹陷。因此,此瓣较适用于不能进行游离组织移植的病例。

Parhiscar 描述了使用颞顶的骨皮瓣重建包括眶底颧骨和上颌骨支柱在内的缺损。结果显示,如果采用全厚(层)皮瓣移植,皮瓣所含的骨可以支持种植体。此瓣含有软组织少,易弯曲,术中要小心不要扭曲或伤到脆弱的蒂部。全上颌骨缺损很少需要细小骨的重建,所以常需要联合其他软组织瓣,以提供更多的空间修复软组织。临床常用颞肌筋膜瓣+前臂皮瓣+非血管化髂骨瓣+种植体即刻修复此类缺损。

此外,还有学者采用带蒂颊脂垫衬里与颞肌筋膜瓣联合钛网重建上颌骨缺损,取得了较好的效果。此方法具有如下特点:①可形成类上颌窦的空腔结构。在上颌骨切除后采用钛网植入内衬带蒂颊脂垫,由于颊脂垫质地柔软,可塑形成较薄的组织瓣,并且可自行上皮化,空腔钛网的孔状结构有利于颊脂垫组织的长入,使之与钛网紧密贴合,作为上颌窦腔内衬里。②技术要求不高。带蒂颊脂垫瓣和颞肌筋膜瓣有可靠的血供,容易成活,并发症少,且制瓣简单易行,易于推广。③修复效果良好。采用钛网植入技术,为上颌骨的重建建立了支撑网架,不仅恢复了患者的面容外形,而且可构筑眶底支撑。由于颞肌血供的特点,必要时可将颞肌进行矢状劈开,将前份修复上颌骨缺损区,避免覆盖钛网时组织臃肿,影响腭部、牙槽嵴形态的恢复,有利于术后局部活动义齿的修复。此外,颞肌筋膜瓣蒂较长,组织供应量大,对有鼻黏膜缺损者,可折叠此瓣同时关闭口和鼻创面。此方法较适用于 Brown Ⅱ、Ⅲ类缺损,尤其适用于Ⅲ类缺损,但不宜用于恶性肿瘤已侵犯颊肌的患者。④术后不影响美观。该组织瓣供区隐蔽,同一术区切口即可暴露并同期移植颊脂垫,减少了手术创伤。

2. 背阔肌瓣 背阔肌皮瓣因具有较大面积的皮肤组织可供修复之用,又有较厚的肌肉组织可用于充填凹陷和空腔,对上颌骨肿瘤术后,包括口内与眶面部大型组织缺损的修复是一个理想的供区。孙坚等认为,修复Ⅲ、Ⅳ类上颌骨缺损,此皮瓣应为首选。

背阔肌为多源性血供,血供丰富,肌瓣较薄,可以折叠。可以根据血行走向设计成两个皮岛,大皮岛修复口内与面眶区软组织缺损,而将小皮岛折转插入大皮岛中间,同时充填上颌骨切除后空腔。其血供来源于胸背动脉,胸背动脉进入背阔肌后,其肌支穿支是形成皮瓣的主要血供动脉。因此,有足够长的血管蒂(平均 10cm)和较大的管径(平均 2~3mm),血管易于吻合,而且皮瓣可切取相当大的面积(15~20)cm×(4~6)cm。此外,由于背阔肌肌力强,具有理想的神经支配,还可以作为动力性功能性重建。

背阔肌联合Ⅴ形肩胛骨皮瓣多用于此类缺损,并用于重建三大支柱。血管化的游离骨皮瓣与无血管化的骨移植重建相比,抗感染和维持骨量都更好。肩胛骨适于面中份重建,牙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

槽骨弓由肩胛骨侧缘修复(血供来源于旋转的肩胛动脉),眶底和眶缘由肩胛骨尖修复(血供来源于胸背动脉的角形分支)。背阔肌由胸背动脉供血,后者可部分或完全提供软组织重建所需。另外,这一组织瓣的所有部分都可以独立地旋转到不同的地方。肩胛骨的内侧缘重建 ZMB,外侧缘重建 PMB。"V"形肩胛骨的中间部分还可以提供转移瓣的空间。Triana 利用肩胛骨下带血管皮瓣修复了 10 例患者,其中 4 例使用了骨种植体。Bidros 利用了这一瓣的另一型,胸背动脉穿孔肩胛肌皮瓣重建 2 例上颌骨和腭部缺损,其研究基于胸背动脉穿过背阔肌来供血给其上面的皮肤,可达到表皮分段供血而不影响肌肉。皮肤分段对于肌肉和表皮分别重建面中部缺损是非常重要的,因为外形的修复与软组织的重建要尽可能地独立开来。Schmelzeisen 和 Schliephake 将这一路径成功运用于 14 例面中部和颅底缺损的修复。Schliephake 后来发现取合适大小的骨,同时修复颊部突起、眶下缘、上颌骨壁、放置肩胛骨的外侧缘在合适的位置来安置这些种植体是非常困难的。肩胛骨并不总是适合于种植的。此外,还有些缺点如无法在摘除手术过程中获得瓣,定位重建眶部、颧部和牙槽骨的骨非常困难,蒂的长度不够。

3. 髂骨肌皮瓣 髂骨肌皮瓣能够提供足够的宽度和高度,对于单侧上颌骨缺损,骨瓣高度的设计可达到眶下缘和外侧颧骨,并以颧骨作为固定和殆力承载的位点。髂骨一直是较为受欢迎的供骨源,其原因为:髂骨由骨皮质和极为丰富的骨松质构成,髂嵴易于暴露,制取技术简单。但髂骨重建上颌骨缺损有以下缺点:髂骨以松质骨为主,骨皮质薄,小钛板固定的强度低,移植骨固定不牢靠。为解决此问题,可以将颧种植体技术应用到上颌骨缺损髂骨肌皮瓣重建并行同期种植。

眶缘与眶底缺损时,因组织瓣无支撑作用,眶内容物极易下坠,影响眼部功能。到目前为止,只有几种游离骨组织瓣可应用于双侧上颌骨缺损修复,包括腓骨骨皮瓣、前臂桡骨骨皮瓣和髂骨骨皮瓣。腓骨骨皮瓣有适合的皮质骨供种植体牙安装,而且可行骨切开,塑形成牙槽弓形状。但是骨组织量不够恢复上颌骨高度,特别是颧突和眶下嵴。前臂桡骨骨皮瓣的骨横断面仅限于桡骨周长的 1/2,因此不适合于安放种植牙和恢复上颌骨高度。采用游离髂骨组织瓣修复应为首选。以腹内斜肌取代皮岛的髂骨骨肌瓣具有以下优点:肌瓣较皮岛的血运可靠;肌瓣能较快地上皮化;替代硬腭黏膜且厚度适中,髂骨本身骨组织量丰富,能够恰当地恢复面中部的宽度和高度,而且是种植体安放较好的受床。除了早期因为疼痛有轻度的跛行外,供区功能影响小,而且切口隐蔽。尤其适合双侧上颌骨缺损,无法安装赝复体及假牙的情况。

4. 腹直肌皮瓣 腹直肌皮瓣联合血管化的肋骨可用来修复这类复杂的缺损。此瓣可提供较大的软组织充填缺损腔,血管蒂较长并且能提供多个皮岛,每个皮岛可放置在不同的三维空间。此瓣可携带第 7、8 肋软骨,肋骨可用来修复眶底。

(四)根治性上颌骨切除术

当肿瘤的切除从舌背延伸至眶上缘,重建方式主要取决于余留牙列的数量。如果有足够的牙列和牙槽骨弓,可以使用赝复体。使用口腔到眶部的赝复体可能会造成颊部后缩,不密合、与面部分离,无表情的义眼等,可以通过联合使用大量肌皮瓣如腹直肌瓣来充填面部包括眼部。为了眶下和颧部及牙槽骨弓得到足够的骨量,前面描述的骨都可以使用,但需要足够的软组织来充填在眶部。如果脑部和窦部的屏障因肿瘤而去除了,就必须使用含血管

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

的组织来封闭颅底。

肩胛骨的形态最适于修复全上颌骨缺损，包括半侧上颌骨缺损和全上颌骨缺损。对于恢复面中1/3骨框架，重建硬腭，关闭口、鼻腔效果极佳。肩胛骨外侧缘或肩胛下角的骨肌瓣加上其周围的肩胛皮瓣、背阔肌皮瓣、前锯肌瓣等，尤其适用于修复口腔颌面部大型复合缺损。

Chepeha 等应用桡侧前臂骨皮瓣修复包括眶下缘在内的全上颌切除术后患者，并结合腭部赝复体预防眶部并发症，取得了满意的外形和几近正常的腭咽功能。

Pryor 等应用腹直肌游离血管皮瓣修复此类缺损，认为此瓣较带蒂的颞肌筋膜瓣和胸大肌皮瓣更为安全可靠，且术后口腔封闭好。

此外，带腹内斜肌旋髂深动脉为蒂的髂骨复合骨瓣也常用来修复此类缺损。

上颌骨全切术后，眶内容物失去骨性支撑下陷，导致复视。传统修复采用颅骨移植、颞肌筋膜瓣转移悬吊或肌皮瓣充填等手段，但上颌骨颧突区及鼻突区软、硬组织完全缺失时，常给修复带来困难。可采用钛网支架内自体髂骨块填塞＋前臂皮瓣或串联腓骨肌瓣进行修复重建。钛网的孔状结构利于组织长入，使之紧密贴合，弥补了携带皮岛的复合组织瓣的臃肿，以及随时间的推移出现下坠的现象。实验证明钛与骨组织间可形成骨结合，两者之间无软组织介入。此方法能获得近似骨性正常形态支撑，弥补复合组织瓣恢复面部不理想的缺点，特别是修复Ⅲ类、Ⅳ类上颌骨缺损，能同期支撑眶底板缺损区，使眶内容物获得足够支撑力，防止术后复视，为义齿修复形成硬腭及牙槽骨外形，利于固位及支撑，还可行骨内种植体义齿修复。钛网支架的植入首先要保证至少三点固定，固定点一般选择在同侧颧牙槽嵴、颧骨颧弓、腭骨水平板、鼻根、颧眶区以及对侧牙槽突。钛网内充填碎松质骨，并压实，用钛钉作坚强内固定。

七、全上颌骨缺损的修复

全上颌骨缺失多以上颌赝复体进行修复，其中，最困难的问题使赝复体难以获得良好的固位和支持。义颌修复成功的关键是其承力和固位设计。全上颌骨缺失因无可利用的牙齿，必须采取其他措施来加强赝复体的固位。例如采用软衬垫吸附，利用缺损腔内部自然或术中有意识制造的倒凹固位，制作鼻突、咽突，利用鼻底、软腭固位等。在义颌制作方式上，设计中空、开顶塑料堵塞器或硅橡胶阻塞器，并可采用分部制作的形式，上下部以磁性附着体等相连接。在咬合设计方面，尽量以减数、减径、排无尖牙、甚至不排后牙等方式减小咬合力。尽管如此，义颌的应用效果仍然差强人意。更加棘手的是，颌骨丧失后，缺损腔上方往往仅存留眶底、筛板，其自身及其被覆的黏膜菲薄、脆弱，难以承力。因而，在义颌设计、制作过程中还必须寻求有效的承力方式，否则患者的咀嚼功能将大部甚至全部丧失。

（一）颧区承力

种植体在颧骨区的应用为解决此棘手问题提供了途径。在上颌骨大型缺损腔周围，颧骨体是唯一骨量丰厚的种植床，其余部位骨量菲薄，均不能满足普通种植要求。颧骨体是一个高度明显大于粗度的长柱形骨，在颧区即颧骨体底部往上植入种植体比在缺损腔内近于

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

水平向植入种植体更能利用其丰厚骨量，且颧骨体紧邻缺损腔颊侧，作为颧突支柱的根部，承力作用好，最适宜于颧区种植。颧骨的组织学分析表明，颧骨骨小梁规则，骨质致密，骨密度达到98%。义颌利用颧区承力，对单侧上颌缺损的病例，咀嚼效率可达80%以上，对双侧缺损的病例，可达50%以上，基本能达到无颌骨缺损的局部义齿和总义齿的咀嚼效率的水平。且由于其能使义颌稳定少翘动，故对相关组织损伤小而能持久，是解决上颌骨大型缺损较好的义颌承力的方法。

肿瘤及上颌骨切除术中，在保证肿瘤外科原则前提下，可尽量保留颧区，颧区因有颊肌和嚼肌附着，有时义颌基托无法作足够的伸展，需在行颧颊沟成形术后，在义颌的颊侧添加颧颊翼，成为颧颊翼义颌，从而充分利用颧区承力，并改善义颌的固位与稳定。

因颧骨位置较高，种植体只能斜向植入，以往上颌骨大型缺损后采用的种植体义颌设计方案是在缺损腔内往颧骨体斜向植入种植体。这样导致种植体长轴无法与咬合力方向保持一致而呈大角度，咬合力由侧向传给种植体，对其有较大的扭力作用，可能造成种植体-骨界面创伤而影响其远期效果。临床观察缺损腔内斜向植入种植的成功率仅为33.3%。颧区垂直于殆平面植入种植体的生物力学显然优于缺损腔内斜向种植，采用颧区种植的颧颊翼种植体义颌符合种植的生物力学原则，能为上颌骨大型缺损后的义颌修复提供长期疗效。利用颅颌面牵张成骨技术，可望使颧骨向下、前、内方向延长，如能实现颧骨弧形牵引修复部分上颌骨，则可在缩小缺损腔，恢复面部外形的同时，为赝复体在颧牙槽嵴部位创建骨性支持结构，为种植体植入创造更佳条件。

（二）种植体在缺损区的应用

随着种植技术的发展，将种植体植于颧骨作为上颌赝复体的支持和固位，成为上颌骨功能性重建常用的方法之一。应用颧种植体结合血管化骨瓣在一定程度上可恢复ZMB，重建面中1/3形态，并使咀嚼力能够合理传导和分布，咀嚼功能得到显著改善。然而，颧骨在种植过程中可能会被穿透，损伤眶底和眶内容物。导致种植体稳定性下降和周围骨质的吸收，甚至感染。牛学刚等人的研究表明：男女颧骨体下部宽度均值分别为21.39mm、17.20mm，长度均值分别为21.21mm、19.58mm；颧骨体下部与眶下壁距离均值分别为4.17mm、3.71mm。因此，在全上颌骨缺失时，可用于双侧颧骨内下方各植入两枚种植体，并使两者相距15mm以上，作为赝复体的固位基础；种植体尽量分开的目的是增加支持的有效面积，从而增加赝复体的稳固性。在男性，适宜植入直径为3.6～4.0mm，长度为10～12mm或14～16mm的种植体；在女性，适宜植入直径为3.4～3.8mm，长度为4～6mm或8～10mm的种植体；在颧骨区，男女骨量差异有显著性意义，男性明显优于女性，在上颌骨缺损中应区别对待。同时，在前牙区植入2～4枚常规种植体，以共同完成上颌牙列的修复。如果前牙区牙槽骨缺失，将种植体植入前磨牙和尖牙区可以降低扭力。一般来讲，种植术成功要求种植体周围骨质厚度应达到1mm，因此，可以认为颧骨体的骨量能够满足颧区垂直植入普通种植体的需要。

临床上，联合应用种植体及磁附着体固位技术来解决全上颌骨缺失后赝复体的固位和稳定，是对上颌骨缺失后赝复修复的最有效方法，修复时以颧骨作为支持组织，在其上植入种植体做赝复体支持和固位结构，在种植体上设置承力支架，再以支架与赝复体相连，使赝复体实现良好的固位与稳定。赝复体所承受的殆力大部分直接传递到两侧颧骨上，实现对

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

赝复体的支持，从而可以达到真正的咀嚼功能重建，恢复或部分恢复患者丧失的咀嚼功能。其应用形式主要靠种植体固定环形扁状支架，通过支架上镶嵌 4 副磁固位体解决赝复体的固位和稳定。但是临床应用中发现，全上颌骨缺失患者采用此种设计，存在赝复体体积偏大、质量较重、功能行使过程中易出现义齿水平移动，导致赝复体固位不良等缺点。有学者采用前垂直后扁平环形杆并嵌两副磁固位体对全上颌骨缺失行赝复修复，解决了义齿水平移动问题，降低了义齿重量，临床效果满意。

颧骨种植主要应用于上颌后牙区牙槽几乎严重吸收的上颌无牙颌患者。采用颧骨种植体修复上颌骨缺损畸形，可以有效改善颌面赝复体的修复效果。临床使用显示：通过制作上部支架，利用杆卡或磁性固位，患者可获得具有较好固位和支持效果的阻塞式义齿。但由于上颌骨切除后，种植体缺少了牙槽骨的支持，这种修复方法使种植体产生较大的扭力，可造成种植体周围骨的吸收，应十分慎重。

八、颌骨缺损的种植修复

种植体植入已成为颌骨修复中不可缺少的一部分。应用游离复合骨瓣结合牙种植体技术做上颌骨的功能性重建是近年来头颈重建外科领域最重要的进展之一。通过在移植骨内植入牙种植体并行义齿修复重建颌骨缺损和重建咀嚼和发音功能，最终恢复了患者的咀嚼功能，实现了真正意义上的功能性重建。这提示我们，肌、骨复合组织瓣联合应用种植义齿的修复是上颌骨缺损功能性整复的理想方法之一。种植与赝复相结合，增加了固位力，使修复后的美观和功能效果得到大幅度提高。

颌骨缺损重建与种植义齿的修复是一项系统工程，涉及多学科领域，尤其是颌骨缺损的范围、形状不一，遗留组织的解剖结构不尽相同，给种植修复带来了较多不确定因素。重点是制定与种植有关的治疗计划和术前各项准备工作。

Funk 等认为，广泛的上颌骨缺损当上颌牙弓缺损达到 2/3 以上时，为了恢复患者的咬合功能，需要外科重建 10mm 厚的新的上颌牙弓，便于牙种植。患者是否适宜种植手术主要依据全身与局部两方面条件而定，如果全身条件可接受种植手术，局部适应证为：①因外伤、肿瘤导致的下颌骨半侧缺损，同期行骨瓣移植修复者；②一侧上颌骨、半侧下颌骨缺损，同期血管化骨移植修复者；③部分或一侧上颌骨切除、同期复合骨瓣移植修复者或复合骨瓣结合钛网修复者；④一侧上颌骨切除行复合骨瓣修复，基本恢复上颌骨与牙槽骨形态者或上颌骨恢复欠佳、颧骨完好者；⑤非血管化骨移植 6～8 个月后。对于接受了放疗的肿瘤患者，种植手术可能引起颌骨放射性坏死（osteoradionecrosis of the jaws, ORNJ），并且影响种植体的成活。Esser 等人推荐放疗与种植手术之间的间隔至少为 9～12 个月。而且，种植手术后为避免 ORNJ 的发生，加速创伤组织的尽快愈合，常选用高压氧治疗。Jisande 认为，在任何有可能的情况下，放疗后的患者手术后都应该提供高压氧治疗。

由于各类重建骨受质量条件的影响和限制，术前应有种植外科、种植修复医师密切配合，分析 X 线片及研究模型，根据修复后的负荷、咬合平面及重建骨的解剖条件来确定种植体植入的部位和数量。决定种植体植入数量主要有两方面因素：支持修复体的需要；移植骨的质量和局部解剖条件。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第四节　现代技术在颌骨缺损修复中的应用

一、牵张成骨

在 20 世纪初，Codivilla 成功牵引延长股骨后提出了牵张成骨（distraction osteogenesis DO）技术，经过不断的改进和研究，逐渐应用于骨科临床。20 世纪 70 年代初期，Snyder 等人进行了下颌骨牵张成骨的实验。20 世纪 80 年代后期开始在颅颌面领域应用，并且治疗范围在不断地扩大。最初主要应用于牙颌面正畸治疗，逐渐适应证扩大到唇腭裂、牙槽嵴增高、颅颌面畸形等方面。牵张成骨技术是指通过截骨术或骨皮质切开术作切口，在切口两侧固定牵引装置，以每日 1mm 速率牵引得到新骨，同时，软组织也都再生延长，皮肤、皮下组织、肌腱、肌肉和神经均产生适应性应答。

影响颅颌面骨牵张成骨的因素有间歇期、牵张速率、牵引频率等。骨切开术后马上进行牵引有可能导致骨痂形成延迟，一般认为术后 5～7 天合适，但也有学者认为 14～21 天后开始较好。牵张的速率一般为 1mm/d。如果过快（>1.5～2mm），可引起局部组织缺血，成骨速度减慢，形成纤维性的骨不连接；如果过慢（<0.5～1mm），则骨形成率低，骨可能过早成熟而影响延长。也有学者提出确定牵张速率时还要考虑到年龄。牵张的频率则是越多越好，成骨的质量就越高。牵引器扩开到预定高度后稳定 2～4 月。一般认为通过牵张术可以最多获得 40mm 的骨量。有学者认为已行放射治疗的骨是牵张成骨的禁忌证，而 Naval 等报道行术前放疗的患者在术后行牵张成骨修复骨缺损获得了成功，至于术后放疗的患者是否可以获得成功还没有报道。

在所有移植的自体骨中，除髂骨基本可以恢复下颌骨高度外，其余移植骨，包括腓骨、肋骨、肩胛骨、桡骨、锁骨等，它们恢复的最高高度也只能达到正常下颌骨高度的一半左右。但是髂骨瓣移植后，尤其是传统游离移植后，骨的体积变化很大，报道的体积吸收最高能达到 70%。现在一些临床医生在移植骨成活后，在植骨区域行牵张成骨，以利于后期的牙种植、义齿修复和更好的恢复外形。关于这方面的研究目前还不多。报道的文献中多是对腓骨瓣进行牵张，也有个别是对肋骨、髂骨牵张。Stelnicki 对两组患者进行了牵张成骨和比较。一组患者因 Pruzansky Ⅲ型半侧面部短小（升支和髁突缺失）行肋骨移植修复，术后进行牵张成骨，另一组患者为Ⅱ型，直接牵张成骨。第一组的成功率低于第二组，并发症的比率高于第二组。主要的并发症是固位钉道感染、由于过早骨化牵引固位钉脱落、形成纤维性骨不连接等。其中有三例因肋骨过薄而牵引装置固位不稳而失败。成功的患者可以看到下颌升支和体部都得到了延长，下颌角的形态得到了很好的塑性。作者认为如果用双肋骨或髂骨获得更好的稳固性而能提高成功率，并且牵张至少要在移植后 6 个月进行。有的术者在稳定期内就植入种植体，有的在牵引装置拆除的同时植入种植体。两者成功率都很高，但有可能牵引装置会妨碍植体的位置。

许多临床医生在不断的开发和改进牵引装置，目前还没有统一的装置。牵引器分为两维牵引和三维牵引，口外型和口内型。还有学者研究利用种植体作为牵张器使用以简化治疗。日本学者研制了一种将牵引和种植体合为一体的牵张器。这种装置是一个圆锥状罗纹种植体，植入骨内的部分为两段式，下段位于基底骨段，上段位于移动骨段内。通过旋转种

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

植体内的螺杆使两个部件分离，同时连带牵开骨段。达到预定高度后，上部的结构被种植体结构所取代进行义齿修复。这种设计简单化了治疗程序。

DO被认为是近年来在正颌外科领域内一项革命性的新技术，被认为是一项内源性组织工程技术。DO由于手术创伤较小故亦可被列为微创外科范畴，受到临床医师的广泛青睐。这项技术的意义在于：在牵张成骨的同时，扩张和延展相关的软组织，包括皮肤、神经、肌肉等。这有可能替代传统的骨移植技术，减少复合组织瓣的应用，减小创伤，减少术区，降低了手术风险。DO是学科交叉的产物，器材的发展使其应用领域不断扩大，不断取得更好的治疗效果。尽管如此，仍然有一些问题需要我们继续研究，如因为面部骨骼的不规则性，现有的牵张器多数为直线牵引，并不能满足颌面部牵张的需要，因此研究符合面部骨骼特点的三维牵引器就成为必然。此外，应用此技术还有一些制约，如年龄是一个不容忽视的因素，颅颌面牵张多需配合正畸治疗，疗程较长等。

二、数字化三维扫描技术

数字化时代的到来使我们的生活和思维发生了很大的变化。计算机辅助三维重建技术是计算机信息处理技术在生命科学中的应用和发展的成果。随着计算机性能不断完善及重建技术的改进，使这一技术在形态学研究、疾病诊断和治疗等方面有着广阔的应用前景。其空间结构的显示和定量化等特点均表现出极大的优越性。目前，这项技术在颌面畸形、创伤、肿瘤、颞下颌关节疾病、正颌外科等方面都有重要的应用价值。

三维CT重建技术可清晰地显示骨肿瘤的范围及其周围组织的关系，完整显示肿瘤的形态。并且可以将瘤体的立体形态单独重建，涂上色彩后，与整体三维影像叠合后观察就更为清晰，医生可以模拟出手术切除后的情况。CAD/CAM是计算机辅助设计和计算机辅助制作的简称。CAD是指用计算机生成和运用各种数字信息和图形信息，进行设计。CAM指由计算机控制的数控加工设备等对产品进行自动加工成型。日本学者对患者面部整体进行高精度测算，对缺损部位进行修复设计，将数据输入到光固化成型机或切削加工系统，用树脂进行加工。试戴后换成硅胶材料，从而完成修复体制作。Peckitt报道了一种新的修复方式，将患者的扫描结果送入电脑，显示出颌面部的三维立体图像，经过诊断确定手术切除范围，然后根据患者的面型、颌骨的对称性等确定将要修复的部位的形态，并在计算机的帮助下确定好种植体将放入的位置，然后将数据传送至数控机床，切割出具有准确形态的金属修复体和连为一体的上部种植义齿的基台，将这种修复体直接位于口腔内而不用皮瓣覆盖。他报道了四个病例，没有长期的成功跟踪报道。但是在不久的将来，我们或许可以使用这种预成型的方式得到下颌骨形态的可降解的生物聚合体支架，并放置好种植体以用于修复下颌骨缺损，真正实现了微创、准确、高效的修复。

20世纪90年代以来，在三维重建基础上，已开展复制出人体的骨骼或病理状态下的肿瘤、畸形乃至骨折实体模型的快速成型技术，其中头颅模型可预先得到骨缺损的信息，优化植入物的结构，并可估计移植骨量。将上颌骨缺损患者的健侧上颌骨复制到患侧缺损处的终模上，精确钛网塑形，预制个体化的上颌骨缺损修复骨性支架，可达到完美的骨性支架的构筑，使患者获得功能和外形恢复最满意的效果。三维重建同样也可以对颌面部软组织的缺损进行重建，对患者面形的恢复更有积极的作用，可用数据制作彩色肖像模型，对软组织进行三维重建。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、CAD/CAM 和快速原型技术的应用

随着影像学技术及计算机技术的飞速发展，使面部结构的三维重建可以获得原形的复制。计算机辅助设计（computer-aided design，CAD）/计算机辅助制造（computer-aided manufacture，CAM）系统具有精确、可视化、操作性强的优点，使快速成形（rapid prototyping，RP）和反求工程（reverse engineering，RE）很快别引入外科，并应用在口腔颌面外科领域。RP 和 RE 是电子计算机和影像学快速发展起来的一项理工医结合的新技术，其快速发展使颌骨的修复达到了一个新的阶段，并开始逐步形成"个体化"的概念。因人而异的修复方案，配合以成形的钛支架及软组织修复缺损，可使修复后的面部获得最佳而对称的轮廓外形，促进了"个体化"修复的发展，进一步提高了重建面部轮廓修复的质量。

应用 CAD/CAM 技术作为上颌骨大型缺损重建的模型外科手段，术前预制钛网恢复上颌骨外形，以游离皮瓣折叠修复口、鼻腔创面或串联含骨肌瓣重建齿槽部的新方法，可以重建上颌骨的形态，恢复咀嚼、语言和通气功能，这项技术使上颌骨大型缺损后的三维重建更为精确，更具个体化。

CAD/CAM 技术在上颌骨缺损重建的应用，与传统方法相比有以下优点：首先，能够较为精确地恢复颌骨外形，从而有效地进行解剖构筑；其次，术前根据模型设计截骨线、固位等，有利于术中引导移植骨准确摆位以及种植体植入的轴向，避免术后偏位；第三，有效节省手术时间，事半功倍。但目前仍存在诸如制作周期稍长，骨质薄弱区域不利于支架弯制，且费用略高等缺点。

四、组织工程骨的应用

上颌骨是一块中间有巨大窦腔的不规则骨，赝复体修复效果不理想；带血管蒂的自体骨修复骨质缺损有很多优点，但这种移植材料取材极有限。能否利用组织工程技术来制造这种带蒂的骨-黏骨膜组织瓣也是当今的一大难题。已有学者将从下颌骨骨膜分离的成骨细胞种植到高分子聚合物支架上，体外培养 2 周后，将成骨细胞——聚合物复合体移植到上颌骨的上颌窦底部，以增加该区域骨质的厚度，术后 3 月形成了足够的新生骨组织，18 例病人中 12 例获得了成功。

五、基因治疗

基因治疗在骨科领域的应用，正在迅速地从实验室走向临床，可望为骨科临床治疗提供全新的治疗方法。但目前还存在一些难解决的问题，比如安全性、费用、伦理道德等，基因治疗的条件和方法还有待优化。但我们相信，随着人类基因组计划和后基因组计划的顺利实施，以及上述问题的迅速解决，将基因治疗与组织工程学有机结合运用于骨缺损的研究和治疗，具有广阔的临床应用前景。

（陈 琛 李宇飞 胡 敏）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

参考文献

艾合麦提·玉素甫，陈统一，陈中伟等. 2005. 可降解聚己内酯修复骨缺损的实验研究. 中国修复重建外科杂志，19(6):439～442

陈巨峰，冼淡，杜永军等. 2004. 带皮岛游离腓骨骨皮瓣修复肿瘤切除后的上颌骨缺损. 中国修复重建外科杂志，18(5):440～441

程玉华，赵广军等. 1998. 胶原复合羟基磷灰石修复下颌骨缺损的组织学观察. 中国修复重建外科杂志，12(2):74～76

冯云枝，黄生高，吴汉江等. 2003. 上颌骨缺损即刻修复的初步报告. 现代口腔医学杂志，17(2):103

高益鸣，邱蔚六. 2000. 正常下颌骨生长活性的核素骨显像研究. 中华核医学杂志，20(5):213～214

郭世绂，1988. 临床骨科解剖学. 天津:天津科学技术出版社

洪民，李永海. 1986. 下颌骨自体供骨修复下颌骨大型缺损. 中华口腔医学杂志，21(3):140～141

胡永杰，张陈平. 2002. 应用钛网支架重建上颌骨肿瘤切除术后缺损畸形. 上海口腔医学，11(1):28～31

黄忠锁，丁晓红. 2004. 胶原膜与羟基磷灰石修复牙槽骨缺损的远期疗效观察. 上海口腔医学，13(3):233～235

蒋灿华，翦新春，姚志刚等. 2002. 儿童口腔颌面部恶性肿瘤临床研究. 口腔颌面外科杂志，12(4):345～346

蒋毅，尹光福. 2004. 羟基磷灰石/聚乳酸复合人工骨修复材料的研究进展. 国外医学·生物医学工程分册，27(4):238～241

康焱. 2004. 同种异体骨移植的研究和应用现状. 国外医学·外科学分册，31(4):221～225

李家锋，邢树忠，管海虹等. 2006. 胸大肌肌皮瓣修复口腔颌面部肿瘤切除后的缺损. 中国修复重建外科杂志，20(7):773～774

李松玲，赵广军. 2000. 胶原复合羟基磷灰石在修复下颌骨缺损中的骨动力学变化. 中国修复重建外科杂志，14(3):159～161

李笑梅，彭玉田，周中华. 1999. 儿童口腔颌面部肿块的临床分析. 第二军医大学学报，20(8):587

李月玲，杨彦昌，闫丽华. 1996. 异体脱钙骨复合自体红骨髓修复下颌骨缺损. 中华口腔医学杂志；31(04)：232～234

罗建国，王志平. 2001. 儿童口腔颌面部肿瘤(附 134 例报告). 中国现代医学杂志. 11(3):82～83

马宏涛,孙坚,李军等. 2005. 上颌骨三维重建术后患者咀嚼功能的评价. 华西口腔医学杂志，23(1):29～31

马建军，曹波. 1999. 天然无机骨及其复合物在整复颌面部骨缺损畸形中的应用，中华耳鼻咽喉科杂志，34(6)：371～372

毛驰，彭歆. 2002. 上颌骨及面中份缺损显微外科修复新进展(M). 见:张震康，主编. 口腔科学新进展. 北京:人民卫生出版社，261～284

毛驰，俞光岩. 2005. 口腔颌面部肿瘤切除术后的颌骨功能性重建. 现代口腔医学杂志，19(4)：414～418

孟庆荣，张三友. 1990. 儿童口腔颌面部肿瘤 803 例的临床分析. 华西口腔医学杂志. 8(4)：280～282

牛学刚，赵依民，王艳清等. 2005. 全上颌骨缺失修复种种植体植入相关的颧骨区骨性结构测量. 中国临床康复 9(10)：220～23

欧新荣，翦新春. 2005. 组织工程骨在口腔颌面部骨缺损中的应用与思考. 医学与哲学，26(8)：32～33

彭国光，吴俊伟，陈巨峰等. 2001. 深冻辐射灭菌同种异体大块下颌骨移植的临床应用. 口腔颌面外科杂志，11(3):215～217

宋应亮，马兆峰，李石等. 2005. 改良种植环形支架嵌磁性固位体修复全上颌骨缺失 9 例报道. 上海口腔医学，14(5):459～462

孙弘，孙坚. 2003. 颌面功能性外科学. 上海:第二军医大学出版社

唐文胜，蒋电明. 2003. 羟基磷灰石及其复合材料在骨修复中的作用及研究进展. 中华创伤骨科杂志，5(4):370～373

王成琪，陈中伟. 1992. 实用显微外科学. 北京:人民军医出版社

王秀丽，朱声荣. 2001. 286 例儿童牙源性肿瘤和囊肿的临床特点分析. 口腔颌面外科杂志，11(2):178～180

向军，林野，王兴. 2005. 下颌垂直牵引成骨术后口腔种植修复患者咀嚼功能的评估. 中国口腔种植学杂志，10(6)：66～69

徐兵，史俊，唐友胜等. 2005. 肩胛骨及邻近瓣在颌面复合缺损修复重建中的应用. 中国口腔颌面外科杂志，3(2):108～112

许亦权，胡敏. 2004. 下颌骨节段性缺损重建与义齿修复状况的临床研究. 口腔颌面修复学杂志，5(4):274～276

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

姚金光，李龙，李俊等. 2006. 带蒂颊脂垫衬里与颞肌筋膜瓣联合钛网重建上颌骨缺损. 华西口腔医学杂志，24(1):57～59
张彬，徐震纲. 2004. 游离腹内斜肌-髂骨骨肌瓣修复双侧上颌骨术后缺损. 整形再造外科杂志，1(1):7～10
张林朴，陈瑞扬，王永秀. 2005. 93 例儿童颌骨肿瘤瘤样病变临床分析. 天津医药，33(4):236～237
张益，张建国，俞光岩. 1999. 钛板修复下颌骨缺损的远期失败因素分析. 中华口腔医学杂志，34(4):205～207
张志勇. 2006. 种植与颌骨功能性重建. 中华口腔医学杂志，41(3):154～157
赵晋龙，何黎升，刘宝林等. 2004. 应用牙种植体行上颌骨缺损的功能重建. 中华医学丛刊，4(1)：18～19
赵亮亮，洪流，任旭春. 2005. 颧区垂直骨内种植体和斜向骨内种植体的生物力学三维有限元法对比研究. 口腔颌面修复学杂志，6(1)：68～73
赵依民，刘宝林，袁井圻等. 1998. 上颌骨切除术与赝复体修复. 实用口腔医学杂志，14(1)：41～43
周继林，洪流，刘洪臣等. 2001. 上颌骨大型缺损恢复功能方法的临床回顾与展望. 口腔颌面修复学杂志，2(4)：201～203
Abukawa H，Shin M，Williams WB et al. 2004. Reconstruction of mandibular defects with autologous tissue-engineered bone. J Oral Maxillofac Surg，62(5):601～606
Alhadlaq A，Mao JJ. 2003. Tissue-engineered neogenesis of humanshaped mandibular condyle from rat mesenchymal stem cells. J Dent Res，82(12) :951～956
Ali A，Fardy MJ，Patton DW. 1995. Maxillectomy：to reconstruct or obturate? Results of a UK survey of oral and maxillofacial surgeons. Br J Oral Maxillofac Surg，33：207～211
Anthony JP，Foster RD，Sharma AB et al. 1996. Reconstruction of a complex midfacial defect with the folded fibular free flap and osseointegrated implants. Ann Plast Surg，37：204～210
Arden RL，Rachel JD，Marks SC et al. 1999. Volume-length impact of lateral jaw resections on complication rates. Arch Otolaryngol Head Neck Surg，125(1):68～72
Barber HD，Seckinger RJ，Hayden RE et al. 1995. Evaluation of osseointegration of endosseous implants in radiated，vascularized fibula flaps to the mandible：a pilot study. J Oral Maxillofac Surg，53(6):640～644
Behnia H，Motamedi MH，Tehranchi A. 1997. Use of activator appliances in pediatric patients treated with costochondral grafts for temporomandibular joint ankylosis：analysis of 13 cases. J Oral Maxillofac Surg，55(12):1408～1414
Belli E，Longo B，Balestra FM. 2005. Autogenous platelet-rich plasma in combination with bovine-derived hydroxyapatite xenograft for treatment of a cystic lesion of the jaw. J Craniofac Surg，16(6):978～980
Bell RB，Blakey GH，White RP et al. 2002. Staged reconstruction of the severely atrophic mandible with autogenous bone graft and endosteal implants. J Oral Maxillofac Surg，60(10):1135～1141
Bidros RS，Metzinger SE，Guerra AB. 2005. The thoracodorsal artery perforator-scapular osteocutaneous (TDAP-SOC) flap for reconstruction of palatal and maxillary defects. Ann Plast Surg，54：59～65
Blackwell KE，Buchbinder D，Urken ML. 1996. Lateral mandibular reconstruction using soft-tissue free flaps and plates. Arch Otolaryngol Head Neck Surg，122(6):672～678
Boyne PJ. 2001. Application of bone morphogenetic proteins in the treatment of clinical oral and maxillofacial osseous defects. J Bone Joint Surg Am，83-A Suppl 1(Pt 2):S146～150
Brown JD，Burke AJC. 1999. Benefits of routine or maxillectomy and orbital reconstruction with the rectus abdominis free flap. Otolaryngol Head Neck Surg，121：203～209
Brown JS，Rogers SN，McNally DN，Boyle M. 2000. A modified classification for the maxillectomy defect. Head Neck，22：17～26
Brown JS. 1996. Deep circumflex iliac artery free flap with internal oblique muscle as a new method of immediate reconstruction of maxillectomy defect. Head Neck，18：412～421
Carter LC，Aguirre A，Boyd B，DeLacure MD. 1999. Primary leiomyosarcoma of the mandible in a 7-year-old girl：report of a case and review of the literature. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod，87(4):477～484
Chana JS，Chang YM. 2004. Segmental mandibulectomy and immediate free fibula osteoseptocutaneous flap reconstruction with endosteal implants：an ideal treatment method for mandibular ameloblastoma. Plast Reconstr Surg，113(1)：80～87

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Chang YM, Coskunfirat OK, Wei FC et al. 2004. Maxillary reconstruction with a fibula osteoseptocutaneous free flap and simultaneous insertion of osseointegrated dental implants. Plast Reconstr Surg, 113(4): 1140～1145

Chen F, Mao T, Tao K et al. 2002. Bone graft in the shape of human mandibular condyle reconstruction via seeding marrow-derived osteoblasts into porous coral in a nude mice model J Oral Maxillofac Surg, 60(10):1155～1159

Chen YB, Chen HC, Hahn LH. 1994. Major mandibular reconstruction with vascularized bone grafts: indications and selection of donor tissue. Microsurgery, 15(4):227～237

Chepeha DB, Moyer JS, Bradford CR et al. 2005. Osseocutaneous radial forearm free tissue transfer for repair of complex midfacial defects[J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 131: 513～517

Corcoran J, Hubli EH, Salyer KE. 1997. Distraction osteogenesis of costochondral neomandibles: a clinical experience. Plast Reconstr Surg, 100(2):311～315

Cordeiro PG, Bacilious N, Schantz S et al. 1998. The radial forearm osteocutaneous "sandwich" free flap for reconstruction of the bilateral subtotal maxillectomy defect. Ann Plast Surg, 40: 397～402

Cordeiro PG, Disa JJ, Hidalgo DA et al. 1999. Reconstruction of the mandible with osseous free flaps: a 10-year experience with 150 consecutive patients. Plast Reconstr Surg, 104(5):1314～1320

Cordeiro PG, Disa JJ. 2000. Challenges in midface reconstruction. Semin Surg Oncol, 19: 218～225

Cordeiro PG, Santamaria E, Kraus DH, et al. 1998. Reconstruction of total maxillectomy defects with preservation of the orbital contents. Plast Reconstr Surg, 102(6): 1874～1884

Cordeiro PG, Santamaria E. 2000. A classification system and algorithm for reconstruction of maxillectomy and midfacial defects plastic and reconstructive surgery. Plast Reconstr Surg, 105:2331～2346

Cranin AN, Katzap M, Demirdjan E et al. 2001. Autogenous bone ridge augmentation using the mandibular symphysis as a donor. J Oral Implantol, 27: 43～47

Davison SP, Boehmler JH, Ganz JC et al. 2004. Vascularized rib for facial reconstruction. Plast Reconstr Surg, 114(1): 15～20

De Santis G, Nocini PF, Chiarini L et al. 2004. Functional rehabilitation of the atrophic mandible and maxilla with fibula flaps and implant-supported prosthesis. Plast Reconstr Surg, 113(1):88～98

Disa JJ, Hidalgo DA. 1999. Evaluation of bone height in osseous free flap mandible reconstruction: an indirect measure of bone mass. Plast Reconstr Surg, 103(5):1371～1377

Disa JJ, Winters RM, Hidalgo DA. 1997. Long-term evaluation of bone mass in free fibula flap mandible reconstruction. Am J Surg, 174(5):503～506

Dogliotti PL, Bennun RD. 1995. Occipitoparietal bone flap for mandibular reconstruction. J Craniofac Surg, 6(3):249～254

Ekholm M, Hietanen J, Tulamo RM et al. 2006. The copolymer of epsilon-caprolactone-lactide and tricalcium phosphate does not enhance bone growth in mandibular defect of sheep. J Mater Sci Mater Med, 17(2):139～145

Engroff SL. 2005. Fibula flap reconstruction of the condyle in disarticulation resections of the mandible: a case report and review of the technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 100(6):661～665

Esser E, Wagner W. 1997. Dental implants following radical oral cancer surgery and adjuvant radiotherapy. Int J Oral Maxillofac Implants, 12(4): 552～557

Freije JE, Campbell B, Yousif NJ et al. 1997. Reconstruction after infrastructure maxillectomy using dual free flaps. Laryngoscope, 107: 694～697

Frodel JL. 1999. Calvarial bone graft harvest in children. Otolaryngol Head Neck Surg, 121(1):78～81

Frodel JL Jr, Funk GF, Capper DT et al. 1993. Osseointegrated implants: a comparative study of bone thickness in four vascularized bone flaps. Plast Reconstr Surg, 92(3):449～455

Funk GF, Arcuri MR, Frodel JL Jr. 1998. Functional dental rehabilitation of massive palatomaxillary defects: cases requiring free tissue transfer and osseointegrated implants. Head Neck, 20: 38～48

Futran, ND. 2001. Improvements in the art of midface reconstruction. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 9: 214～219

Futran, ND. 2001. Retrospective case series of primary and secondary microvascular free tissue transfer reconstruction of

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

midfacial defects. J Prosthet Dent, 86: 369～376
Futran ND, Haller JR. 2005. Considerations for free-flap reconstruction of the hard palate. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 125: 665～669
Futran ND, Urken ML, Buchbinder D et al. 1995. Rigid fixation of vascularized bone grafts in mandibular reconstruction. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 121(1):70～76
Futran ND, Wadsworth JT, Villaret D et al. 2002. Midface reconstruction with the fibula free flap. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 128: 161～166
Gellrich NC, Suarez-Cunqueiro MM, Otero-Cepeda XL et al. 2004. Comparative study of locking plates in mandibular reconstruction after ablative tumor surgery: THORP versus UniLOCK system. J Oral Maxillofac Surg, 62(2):186～193
Genden EM, Buchbinder D, Chaplin JM et al. 2000. Reconstruction of the pediatric maxilla and mandible. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 126(3):293～300
Genden EM, Okay D, Stepp MT et al. 2003. Comparison of functional and quality-of-life outcomes in patients with and without palatomaxillary reconstruction: a preliminary report. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 129: 775～780
Genden EM, Wallace D, Buchbinder D et al. 2001. Iliac crest internal oblique osteomusculocutaneous free flap reconstruction of the postablative palatomaxillary defect. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 127: 854～861
Genden EM, Wallace DI, Okay D et al. 2004. Reconstruction of the hard palate using the radial forearm free flap: indications and outcomes. Head Neck, 26: 808～814
Gleizal A, Revol P, Bouletreau P et al. 2005. Growth defects of fibular flaps in children Rev Stomatol Chir Maxillofac, 106(6):352～355
Gliklich RE, Rounds MF, Cheney ML, Varvares MA. 1998. Combining free flap reconstruction and craniofacial prosthetic techniques for orbit, scalp, and temporal defects. Laryngoscope, 108: 482～487
GROGER A, KLARING S, MERTEN HA et al. 2003. Tissue engineering of bone for mandibular augmentation in immunocompetent minipigs: preliminary study. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 37(3): 129～133
Gurlek A, Miller MJ, Jacob RF et al. 1998. Functional results of dental restoration with osseointegrated implants after mandible reconstruction. Plast Reconstr Surg, 101(3):650～655
Hartog JM, Slavin AB, Kline SN. 1990. Reconstruction of the temporomandibular joint with cryopreserved cartilage and freeze-dried dura: a preliminary report . J Oral Maxillofac Surg, 48(9):919～925
Hidding J, Lazar F, Zoler JE. 1998. The vertical distraction of the alveolar bone. J Craniomaxillofac Surg, 26: 72～76
Holle J, Vinzenz K, Wuringer E et al. 1996. The prefabricated combined scapula flap for bony and soft-tissue reconstruction in maxillofacial defects: a new method. Plast Reconstr Surg, 98: 542～552
Huryn JM, Zlotolow IM, Piro JD et al. 1993. Osseointegrated implants in microvascular fibula free flap reconstructed mandibles. J Prosthet Dent, 70(5):443～446
Iconomou TG, Zuker RM, Phillips JH 1999. Mandibular reconstruction in children using the vascularized fibula. J Reconstr Microsurg, 15(2):83～90
Jisander S, Grenthe B, Alberius P. 1997. Dental imlant survival in the irradiated jaw: A preliminary report. Int J Oral Maxillofac Implants, 12(5): 643～648
Kakibuchi M, Fujikawa M, Hosokawa K et al. 2002. Functional reconstruction of maxilla with free latissimus dorsi-scapular osteomusculocutaneous flap. Plast Reconstr Surg, 109(4): 1238～1244
Kazaoka Y, Shinohara A, Yokou K et al. 1999. Functional reconstruction after a total maxillectomy using a fibula osteocutaneous flap with osseointegrated implants. Plast Reconstr Surg, 103: 1244～1246
KE, Lacombe V. 1999. The bridging lateral mandibular reconstruction plate revisited. Blackwell Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 125(9):988～993
Kelley P, Klebuc M, Hollier L. 2003; Complex midface reconstruction: maximizing contour and bone graft survival utilizing periosteal free flaps. J Craniofac Surg, 14: 779～782
Kline SN, Rimer SR. 1983. Reconstruction of osseous defects with freeze-dried allogeneic and autogenous bone. Clinical and histologic assessment. Am J Surg, 146(4):471～473

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Koichiro Hara, Masaaki Goto, Akira Miyahara et al. 1998. Multicenter experience with maxillary prosthesis supported by Branemark implants: a clinical report. In J Oral Maxillofac Implants, 13: 531～538

Kramer FJ, Dempf R, Bremer B. 2005. Efficacy of dental implats placed into fibula-free flaps for orafacial reconstruction. Clin Oral Implants Res, 16(1):80～88

Kudo K, Shoji M, Yokota M et al. 1992. Evaluation of mandibular reconstruction techniques following resection of malignant tumors in the oral region. J Oral Maxillofac Surg, 50(1):14～21

Landes CA. 2005. Zygoma implant-supported midfacial prosthetic rehabilitation: a 4-year follow-up study including assessment of quality of life. Clin Oral Implants Res, 16(3): 313～325

Laster Z, Rachmiel A, Jensen OT. 2005. Alveolar width distraction osteogenesis for early implant placement. J Oral Maxillofac Surg, 63: 1724～1730

Lata J, Kapila BK. 2000. Overgrowth of a costochondral graft in temporomandibular joint reconstructive surgery: an uncommon complication. Quintessence Int, 31(6):412～414

Lemperle SM, Calhoun CJ, Curran RW, Holmes RE. 1998. Bony healing of large cranial and mandibular defects protected from soft-tissue interposition: A comparative study of spontaneous bone regeneration, osteoconduction, and cancellous autografting in dogs. Plast Reconstr Surg, 101(3):660～672

Lenzen C, Meiss A, Bull HG. 1999. Augmentation of the extremely atrophied maxilla and mandible by autologous calvarial bone transplantation. Mund Kiefer Gesichtschir, 3 Suppl 1:S40～42

Lopez R, Dekeister C, Sleiman Z et al. 2004. Mandibular reconstruction using the titanium functionally dynamic bridging plate system: A retrospective study of 34 cases. J Oral Maxillofac Surg, 62(4):421～426

Mao T, Wang C, Zhang S et al. 1998. An experimental study on rhBMP-2 composite bone substitute for repairing craniomaxillary bone defects. Chin J Dent Res, 1(3):21～25

Marshall DM, Amjad I, Wolfe SA. 2003. Use of the radial forearm flap for deep, central, midfacial defects. Plast Reconstr Surg, 111: 56～64

Marx RE, Kline SN, Johnson RP et al. 1981. The use of freeze-dried allogeneic bone in oral and maxillofacial surgery. J Oral Surg, 39(4):264～274

McLoughlin PM, Gilhooly M, Phillips JG. 1993. Reconstruction of the infraorbital margin with a composite microvascular free flap. Br J Oral and Maxillofac Surg, 31: 227～229

Muzaffar AR, Adams WP, Hartog JM et al. 1999. Maxillary reconstruction: functional and aesthetic considerations. Plast Reconstr Surg, 104: 2172～2183

Myoung H, Kim YY, Heo MS et al. 2001. Comparative radiologic study of bone density and cortical thickness of donor bone used in mandibular reconstruction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 92(1):23～29

Nahabedian MY, Tufaro A, Manson PN. 2001. Improved mandible function after hemimandibulectomy, condylar head preservation, and vascularized fibular reconstruction. Ann Plast Surg, 46(5):506～510

Nakayama B, Hasegawa Y, Hyodo I et al. 2004. Reconstruction using a three-dimensional orbitozygomatic skeletal model of titanium mesh plate and soft-tissue free flap transfer following total maxillectomy. Plast Reconstr Surg, 114(3): 631～639

Nakayama B, Matsuura H, Hasegawa Y et al. 1994. New reconstruction for total maxillectomy defect with a fibula osteocutaneous free flap. Br J Plast Surg, 47: 247～249

Nakayama B, Matsuura H, Ishihara O et al. 1995. Functional reconstruction of a bilateral maxillectomy defect using a fibula osteocutaneous flap with osseointegrated implants. Plast Reconstr Surg, 96: 1201～1204

Neal D Futran, Eduardo Mendez. 2006. Developments in reconstruction of midface and maxilla. Lancet Oncol, 7: 249～258

Nicholson RE, Schuller DE, Forrest LA et al. 1997. Factors involved in long-and short-term mandibular plate exposure. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 123(2):217～222

Nocini PF, Albanese M, Buttura da Prato E et al. 2004. Vertical distraction osteogenesis of the mandible applied to an iliac crest graft: report of a case. Clin Oral Implants Res, 15(3):366～370

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Oda T, Sawaki Y, Ueda M. 1999. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: an experimental study. Int J Oral Maxillofac Surg, 28(2):151~156
Oda T, Sawaki Y, Ueda M. 2000. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants, 15(1):95~102
Okay DJ, Genden E, Buchbinder D. 2001. Urken M. Prosthodontic guidelines for surgical reconstruction of the maxilla: a classification system of defects. J Prosthet Dent, 86: 352~363
Olsen KD, Meland NB, Ebersold MJ et al. 1992. Extensive defects of the sino-orbital region: results with microvascular reconstruction. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 118: 828~833
Parhiscar A, Har-El G, Turk JB et al. 2002. Temporoparietal osteofascial flap for head and neck reconstruction. J Oral Maxillofac Surg, 60: 619~622
Peng X, Mao C, Yu GY et al. 2005. Maxillary reconstruction with the free fibula flap. Plast Reconstr Surg, 115(6): 1562~1569
Perrott DH, Umeda H, Kaban LB. 1994. Costochondral graft construction/reconstruction of the ramus/condyle unit: long-term follow-up. Int J Oral Maxillofac Surg, 23(6 Pt 1):321~328
Phillips JH, Rechner B, Tompson BD. 2005. Mandibular growth following reconstruction using a free fibula graft in the pediatric facial skeleton. Plast Reconstr Surg, 116(2):419~424
Pogrel MA, Podlesh S, Anthony JP et al. 1997. A comparison of vascularized and nonvascularized bone grafts for reconstruction of mandibular continuity defects. J Oral Maxillofac Surg, 55: 1200~1206
Pollice PA, Ftodel JL Jr. 1998. Secondary reconstruction of upper midface and orbit after total maxillectomy. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 124(7):802~808
Pribaz JJ, Morris DJ, Mulliken JB. 1994. Three-dimensional folded freeflap reconstruction of complex facial defects using intraoperative modeling. Plast Reconstr Surg, 93: 285~293
Pryor SG, Moore EJ, Kasperbauer JL. 2005. Orbital exenteration reconstruction with rectus abdominis microvascular free flap. Laryngoscope, 115(11): 1912~1916
Robb GL, Marunick MT, Martin JW et al. 2001. Midface reconstruction: surgical reconstruction versus prosthesis. Head Neck, 23: 48~58
Roumanas ED, Markowitz BL, Lorant JA et al. 1997. Reconstructed mandibular defects: fibula free flaps and osseointegrated implants. Plast Reconstr Surg, 99(2):356~365
Rubio-Bueno P, Naval L, Rodriguez-Campo F et al. 2005. Internal distraction osteogenesis with a unidirectional device for reconstruction of mandibular segmental defects. J Oral Maxillofac Surg, 63(5):598~608
Ryu JK, Stern RL, Robinson MG et al. 1995. Mandibular reconstruction using a titanium plate: the impact of radiation therapy on plate preservation. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 32(3):627~634
Sawaki Y, Hagino H, Yamamoto H et al. 1997. Trifocal distraction osteogenesis for segmental mandibular defect: a technical innovation. J Craniomaxillofac Surg, 25(6):310~315
Sawaki Y, Ohkubo H, Hibi H et al. 1996. Mandibular lengthening by distraction osteogenesis using osseointegrated implants and an intraoral device: a preliminary report. J Oral Maxillofac Surg, 54(5):594~600
Schimming R, Schmelzeisen R. 2004. Tissue-engineered bone for maxillary sinus augmentation. J Oral Maxillofac Surg, 62(6): 724~729
Schliephake H, Knebel JW, Aufderheide M et al. 2001. Use of cultivated osteoprogenitor cells to increase bone formation in segmental mandibular defects: an experimental pilot study in sheep. Int J Oral Maxillofac Surg, 30(6):531~537
Schliephake H. 2000. Revascularized tissue transfer for the repair of complex midfacial defects in oncologic patients. J Oral Maxillofac Surg, 58: 1212~1218
Schmelzeisen R, Schliephake H. 1998. Interdisciplinary microvascular reconstruction of maxillary, midfacial and skull base defects. J Craniomaxillofac Surg, 6: 1~10
Sclaroff A, Haughey B, Gay WD et al. 1994. Immediate mandibular reconstruction and placement of dental implants. At the time of ablative surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 78(6):711~717

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Seikaly H, Chau J, Li F et al. 2003. Bone that best matches the properties of the mandible. J Otolaryngol, 32(4):262～265

Simion M, Trisi P, Piattelli A. 1994. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with ossointegrated implants. Int J Periodontics Restorative Dent, 14: 496～511

Smolka W, Iizuka T. 2005. Surgical reconstruction of maxilla and midface: clinical outcome and factors relating to postoperative complications. J Craniomaxillofac Surg, 33: 1～7

Stanton DC, Chou JC, Carrasco LR. 2004. Injectable calcium-phosphate bone cement (Norian) for reconstruction of a large mandibular defect: a case report. J Oral Maxillofac Surg, 62(2):235～240

Stelnicki EJ, Boyd JB, Nott RL et al 2001. Early treatment of severe mandibular hypoplasia with distraction mesenchymogenesis and bilateral free fibula flaps. J Craniofac Surg, 12(4):337～348

Stelnicki EJ, Hollier L, Lee C et al. 2002. Distraction osteogenesis of costochondral bone grafts in the mandible. Plast Reconstr Surg, 109(3):925～933

Suhr MA, Kreusch T. 2004. Technical considerations in distraction osteogenesis.. Int J Oral Maxillofac Surg, 33(1):89～94

Takushima A, Harii K, Asato H et al. 2001. Mandibular reconstruction using microvascular free flaps: a statistical analysis of 178 cases. Plast Reconstr Surg, 108(6):1555～1563

Tideman H, Samman N, Cheung LK et al. 1992. Surgical Protocols on Oral&Maxillofacial Surgery. Hong Kong

Trantolo DJ, Sonis ST, Thompson BM et al. 2003. Evaluation of a porous, biodegradable biopolymer scaffold for mandibular reconstruction. Int J Oral Maxillofac Implants, 18(2):182～188

Triana RJ, Uglesic V, Virag M et al. 2000. Microvascular free flap reconstructive options in patients with partial and total maxillectomy defects. Arch Facial Plast Surg, 2: 91～101

Turk JB, Vuillemin T, Raveh J. 1994. Revascularized bone grafts for craniofacial reconstruction. Otolaryngol Clin North Am, 27(5):955～982

Ueyama Y, Naitoh R, Yamagata A et al. 1996. Analysis of reconstruction of mandibular defects using single stainless steel A-O reconstruction plates. J Oral Maxillofac Surg, 54(7):858～862

Uglesic V, Virag M, Varga S et al. 2000. Reconstruction following radical maxillectomy with flaps supplied by the subscapular artery. J Craniomaxillofac Surg, 28: 153～160

Villaret DB, Futran NA. 2003. The indications and outcomes in the use of osteocutaneous radial forearm free flap. Head Neck, 25: 475～481

Wang RR. 1997. Sectional prosthesis for total maxillоctomy patients: A clinical report. J Prosthet Dent, 78: 241～244

Wang ZH, Zhang ZY, Mendenhall WM. 2005. Postoperative radiotherapy after titanium plate mandibular reconstruction for oral cavity cancer. Am J Clin Oncol, 28(5):460～463

Wax MK, Winslow CP, Hansen J et al. 2000. A retrospective analysis of temporomandibular joint reconstruction with free fibula microvascular flap. Laryngoscope, 110(6):977～981

Wei FC, Celik N. 2003. Complications after reconstruction by plate and soft-tissue free flap in composite mandibular defects and secondary salvage reconstruction with osteocutaneous flap. Plast Reconstr Surg, 112(1):37～42

Wells MD, Luce EA. 1995. Reconstruction of midfacial defects after surgical resection of malignancies. Clin Plast Surg, 522: 79～91

Werkmeister R, Szulczewski D, Walteros-Benz P et al. 1999. Rehabilitation with dental implants of oral cancer patients. J Craniomaxillofac Surg, 27: 38～41

Yamamoto Y, Kawashima K, Sugihara T et al. 2004. Surgical management of maxillectomy defects based on the concept of buttress reconstruction. Head Neck, 26:247～256

Yim KK, Wei FC. 1994. Fibula osteoseptocutaneous free flap in maxillary reconstruction. Microsurgery, 15: 353～357

Yuhei Yamamoto. 2005. Mid-facial reconstruction after maxillectomy. Int J Clin Oncol, 10:218～222

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第九章　为义齿修复进行的正颌外科和颞下颌关节外科

上下颌骨间关系不协调或者上下牙列部分关系不协调对义齿修复都会造成障碍，颞下颌关节疾病，尤其是颞下颌关节强直也影响义齿修复。针对这些情况，需要进行相应的手术，调整上下颌骨关系或局部上下牙槽嵴关系，解除颞下颌关节强直，这些属于比较特殊的修复前外科手术。

第一节　为义齿修复进行的正颌外科

据统计，人群中大约有5%的人会出现严重的上下颌骨之间不协调，当牙齿缺失后，原本异常的牙槽嵴关系更加异常，使义齿修复非常困难。利用截骨手术矫正颌骨畸形已有百年以上历史了。随着科学技术的发展，对颌骨解剖、血液供应模式了解日益深入，外科手术设计更加合理，手术技巧日趋成熟，手术器械不断更新和完善，正颌外科已经比较普遍地开展，它不仅用于矫正牙颌面畸形，也被用来处理影响义齿修复的颌骨关系不协调。

一、局部牙齿或齿槽关系异常

（一）上下牙列和牙槽骨局部不协调

局部的不协调可以有多种多样的形式，可以是先天性的，也可以是获得性的，如创伤造成颌骨骨折或牙槽骨骨折后错位愈合而造成。

1. 前牙区　无论何种原因造成的单个或多数前牙反䅪都可能影响义齿修复，多数前牙反䅪影响更大，而在由于腭裂或创伤等原因造成的多数前牙反䅪则可能存在牙槽骨和颌骨的发育不足或缺损，严重的骨性反䅪患者，上下颌骨间关系失调，可以是下颌骨发育过度，也可以是上颌骨发育不足，有时义齿修复时可达到对刃咬合关系，有时对刃的关系无法实现，要依靠手术改变局部的颌骨关系为义齿修复创造条件。当颌骨间距离过大，则可能需要在局部上下移动骨或植骨进行纠正，总之，要使前份颌骨在前后和上下方向上具有协调的关系以便进行各种类型的义齿修复。

2. 后牙区　后牙反䅪或者由于牙齿缺失长期未修复使对颌牙伸长等情况同样要干扰义齿修复，在多数后牙反䅪基础上的牙列缺损，当上下牙槽骨的关系以及牙弓关系不协调时也会对各种义齿修复带来一些影响，这可能在正锁䅪或反锁䅪的患者更明显。

（二）上颌骨部分截骨术

上颌骨部分截骨术有上颌骨前份截骨术和上颌骨后份截骨术，前者可以用于矫正影响义齿修复的上颌骨在前后方向过长及垂直方向过高，后者可以用于矫正一侧或双侧后牙区

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

牙槽突关系不协调或移动上颌后份骨段为义齿修复创造必要的条件。

1. 上颌骨前份截骨术 上颌骨前份截骨术在设计好手术入路，确定了骨段的供血蒂后，基本的手术操作就是显露截骨区域，用裂钻或锯进行两侧垂直截骨，用骨凿凿开上颌前份鼻中隔，用钻或骨凿完成腭部横行截骨，移动骨段后，适当去除或植入骨块，将骨段移动至预想位置，利用坚固内固定方式固定。上颌骨前份截骨术的供血蒂有三种基本设计方式：

(1) Wassmund 方式：以唇侧和腭侧黏骨膜瓣为供血蒂，在上颌两侧前磨牙区之间颊侧选择适当位置做两个垂直切口显露垂直截骨区，在上颌唇侧中央近鼻底处切口显露前鼻棘和梨状孔，在腭部中份做矢状切口显露腭部截骨区。

(2) Wunderer 方式：以唇侧黏骨膜瓣为供血蒂，在上颌两侧前磨牙区之间颊侧选择适当位置做两个垂直切口显露垂直截骨区，在腭侧与颊侧黏骨膜垂直切口相应的位置做横行切口，显露腭部截骨区。

(3) Cupar 方式：以腭侧黏骨膜瓣为主要供血蒂，以唇侧连同颊侧黏骨膜辅助供血，在上颌前庭做马蹄形切口，显露上颌骨前壁和梨状孔，若垂直截骨区去除部分骨块时，可由此进行腭部截骨，否则，腭部截骨操作十分困难。

无论何种切口，均要注意软组织切口应与截骨区错开，以利于愈合。

2. 上颌骨后份截骨术 上颌骨后份截骨术既上颌后部根尖上截骨术，可以用来矫正上颌牙槽突垂直方向过长以及上颌后部牙弓的宽度不协调(图 9-1～图 9-3)。上颌骨后份截骨术在设计好手术入路，确定了骨段的供血蒂后，基本的手术操作是显露截骨区域，用裂钻或锯在上颌后有牙根尖上方 5mm 以上进行水平截骨，如需向上移动骨段，则设计两条平行的水平截骨线，去除部分骨质，尔后进行两侧垂直截骨，前部垂直截骨线位置依需要而定，后部垂直截骨多为离断翼上颌连接，也可在上颌结节前进行，此时要注意可能伤及翼腭管及腭降动脉，从而影响骨段血供。最后用钻和骨凿完成腭部横行截骨，移动骨段后，适当去除或植入骨块，将骨段移动至预想位置，利用坚固内固定方式固定。上颌骨后份截骨术的供血蒂有两种基本设计方式：

(1) 颊侧黏骨膜切口入路：以腭侧黏骨膜为主要供血蒂，在上颌后份前庭沟相应处做水平切口，分离黏骨膜显露截骨区。

(2) 颊侧和腭侧黏骨膜切口入路：颊侧黏骨膜切口可以是水平切口，也可以是两个垂直切口，术中要尽量保护黏骨膜与截骨段的附着以保证血供，在腭侧位于腭大动脉外侧，与动脉平行做两个小切口，经此两个小切口进行腭侧截骨。

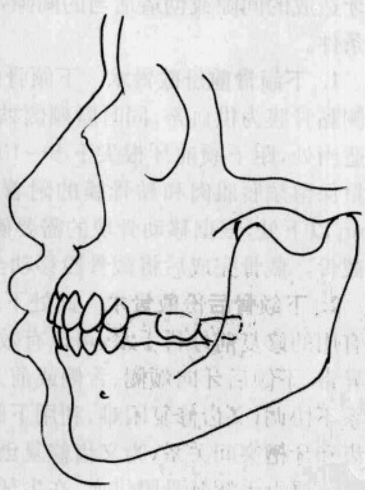


图 9-1 上颌后牙伸长，牙槽突在垂直方向过长，影响义齿修复

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

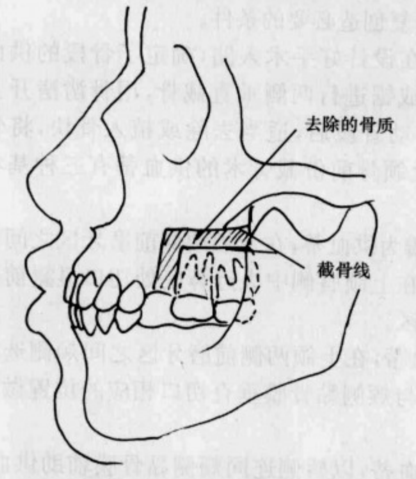


图 9-2 上颌骨后部截骨术，在水平和垂直方向均去除部分骨质

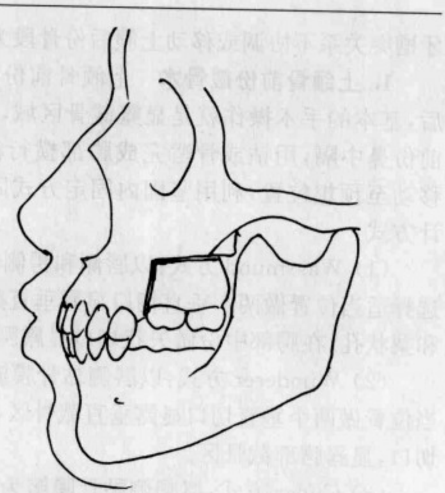


图 9-3 截骨手术完成，上颌后部截骨段向前上移位

（三）下颌骨部分截骨术

下颌骨部分截骨术可以分为下颌前份截骨术和下颌后份截骨术，前者可以使截骨段向前、后、上、下等方向移动，改变局部上下颌牙槽突之间的关系和 Spee 曲线，后者可用来建立下颌后份牙及牙槽突与上颌牙及牙槽突的协调关系，使截骨段向不同方向移动以消灭由于缺牙造成的间隙或创造适当的间隙，改变向舌或颊侧倾斜的后牙长轴，为义齿修复创造良好的条件。

1. 下颌骨前份截骨术 下颌骨前份截骨此处意为下颌骨前部的根尖下截骨术，主要以舌侧黏骨膜为供血蒂，同时唇颊侧黏骨膜也辅助供血。切口位置选择在双侧第一双尖牙之间适当处，距下颌前牙根尖下 8～10mm，水平切开黏骨膜，显露截骨区域，注意在截骨段上尽量保留颏唇肌肉和黏骨膜的附着以提供充足的血供，水平截骨线应在下颌前牙根尖下 5mm 以下处，根据移动骨块的需要确定垂直截骨线的位置，注意保护颏神经，用裂钻或锯进行截骨。截骨完成后将截骨段移动至预想位置，固定。

2. 下颌骨后份截骨术 此处下颌骨后份截骨术意为下颌骨后部根尖下截骨术，是一类很有用的修复前外科手术，可以有效地建立上下颌牙齿之间的协调的合关系，在下颌牙弓形态异常，下颌后牙向颊侧、舌侧或前方倾斜，下颌后牙缺损或缺失，上下颌牙齿和牙槽突之间关系不协调，义齿修复困难，利用下颌骨后部根尖下截骨术移动截骨段调整上下颌骨后部的牙齿和牙槽突间关系，为义齿修复创造条件。

主要由舌侧黏骨膜供血，在尖牙向后适当区域，下颌后牙根尖下 8～10mm 处做颊侧前庭沟黏骨膜切口，显露截骨区，注意保护颏神经，在下颌后牙根尖下 5mm 处进行水平截骨，截骨前应仔细观察并确定截骨区域内下颌管的位置，在术中要在去除颊侧骨皮质后探察确定下颌管与截骨线及下颌后牙之间的关系，当下颌管在水平截骨线以上时，应去除术区局部颊侧部分骨皮质，解剖截骨区域内的下齿槽神经血管束，向后至少要在远中垂直截骨线后 5mm，在保护下齿槽神经血管束的前提下进行舌侧截骨。根据需要在适当位置确定垂直截

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

骨线，若有下颌第二磨牙存在，远中垂直截骨线应在下颌第二磨牙远中 4mm 以后，后份的垂直截骨还可以参照下颌升支矢状劈开方式，以增加骨段接触面积，便于固定和愈合（图 9-4～图 9-6）。截骨完成后将截骨段移动至预想位置，固定。

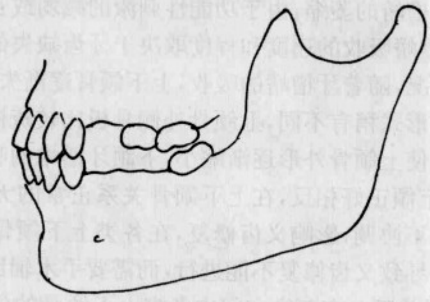


图 9-4　上颌和下颌后牙均有缺失，下颌剩余磨牙向前倾斜并与上颌后牙咬合接触关系不佳

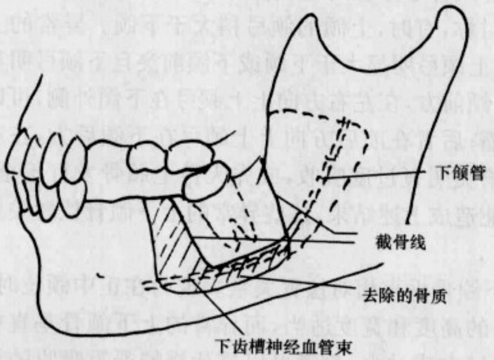


图 9-5　下颌骨后部截骨术，在水平和垂直方向均去除部分骨质，远中垂直截骨采用升支矢状劈开方法

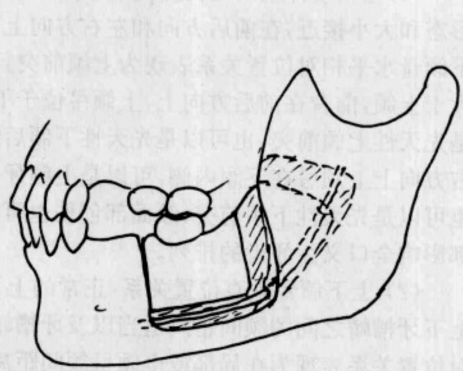


图 9-6　截骨手术完成，下颌后部截骨段向前移位，后牙咬合关系改善

二、上下颌骨关系异常

上下颌骨的位置关系与义齿修复有非常密切的关系，尤其是对于牙列缺失的患者来讲，上下颌骨的位置关系如何与全口义齿修复后的固位和恢复功能有直接的关系，无论是常规全口义齿修复还是种植全口义齿修复都要求有相对正常的上下颌骨关系。

（一）上下颌骨关系异常与义齿修复

上下颌骨间的相互位置关系异常有先天性的，也有获得性的。

1. 先天性和获得性上下颌骨及牙槽突关系异常　产生先天性畸形的原因目前尚不十分清楚。由于各种原因所致的可能影响义齿修复的上下颌骨关系异常可以表现为上颌前突、上颌后缩、下颌前突、下颌后缩等不同类型。在唇腭裂患者，上颌骨的长宽高各方向均发

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

育不足，如果此类患者伴有下颌前突，上下颌骨间关系则明显不协调，同样，颞下颌关节强直患者下颌骨发育可能受限，如果伴有上颌骨前突，上下颌骨间不协调关系也十分明显。颌面部创伤后若遗留颌骨骨折错位愈合也会造成上下颌骨之间局部或整个牙弓间关系不协调。

牙列的缺失将引起牙槽嵴的萎缩，由于功能性刺激的减弱或丧失，牙列缺失后牙槽突逐渐吸收而形成牙槽嵴，牙槽嵴吸收的速度和程度取决于牙齿缺失的原因、缺失时间的长短以及牙槽骨的骨质密度等情况，随着牙槽嵴的吸收，上下颌骨逐渐失去了原有的形态和位置关系。上下颌骨牙槽嵴吸收形式稍有不同，上颌骨外侧骨板比较疏松，上颌牙槽嵴吸收向内上方向，外侧骨板吸收较多，使上颌骨外形逐渐缩小，下颌牙槽嵴的吸收方向是向前下外，使下颌骨外形相对变大，这与上颌正好相反，在上下颌骨关系正常的无牙颌患者，这种吸收也会造成上下颌牙弓间关系的不协调，影响义齿修复，在各类上下颌骨关系异常的患者，则可能使不协调的关系更加明显导致义齿修复不能进行，而需要手术辅助改善不协调的关系。

2. 上下颌骨相互位置关系 在三维空间中考察上下颌骨的位置关系可以有多种多样，一般归结为水平位置关系和垂直位置关系两大类。

(1) 上下颌骨水平位置关系：正常的上下颌骨水平相对位置关系表现为上下颌的颌弓形态和大小接近，在前后方向和左右方向上对称，有时，上颌的颌弓稍大于下颌。异常的上下颌骨水平相对位置关系表现为上颌前突且上颌弓明显大于下颌或下颌前突且下颌弓明显大于上颌，前者在前后方向上，上颌弓位于下颌前方，在左右方向上上颌弓在下颌外侧，可以是先天性上颌前突，也可以是先天性下颌后缩；后者在前后方向上上颌弓在下颌后方，在左右方向上上颌弓在下颌内侧，可以是上颌牙槽突明显过度吸收，或先天性上颌骨发育不全，也可以是先天性下颌前突，颌面部创伤也可能造成上述结果，这些异常的上下颌骨位置关系都影响全口义齿牙齿的排列。

(2) 上下颌骨垂直位置关系：正常的上下颌骨垂直相对位置关系表现为在正中颌位时，上下牙槽嵴之间的颌间距离适当以及牙槽嵴的高度和宽度适当，而异常的上下颌骨垂直相对位置关系表现为在局部或全颌弓颌间距离过大或过小，前者可以是牙槽嵴严重吸收的结果，也可以是创伤引起，颌间距离过大会使全口义齿在行使功能过程中产生不利的杠杆作用，对于种植全口义齿来讲，冠根比例不协调也是不利因素；颌间距离过小使全口义齿排牙比较困难。

（二）上颌骨 Le Fort Ⅰ型截骨术

为了改善上下颌骨及牙槽突之间的位置关系，可以选用上颌骨 Le Fort Ⅰ型截骨术，使截骨块向所需要的上、下、前、后等方向移动以获得协调的上下颌骨间位置关系。

上颌骨 Le Fort Ⅰ型截骨术的手术入路是在上颌两侧第一磨牙间前庭沟弧形切开黏骨膜，分离显露截骨区，包括前鼻嵴、梨状孔、上颌窦前壁和外侧壁、颧牙槽嵴等，截骨线循 Le Fort Ⅰ型骨折线，从双侧梨状孔边缘至颧牙槽嵴，用裂钻或锯截开，凿断鼻中隔和上颌骨的连接，凿断上颌窦内侧壁，用弯骨刀凿断翼上颌连接，用上颌钳或手指下降折断上颌骨截骨段并移动至预定位置，用小型或微型钛板钛钉固定系统固定，也可考虑用可吸收材料制作的固定系统固定。

对于无牙颌患者，手术中确定位置的殆板要做好，术中进行固定前要确定截骨段已完全就位，确保术后截骨段位于预定位置。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(三) 下颌骨截骨术

为了改善上下颌骨及牙槽突之间的位置关系,可以选用的下颌骨截骨术有两类,下颌全牙弓根尖下截骨术和下颌骨升支矢状劈开截骨术。

1. 下颌全牙弓根尖下截骨术　当上下颌骨前后位置关系基本正常,下颌牙列尚存,下颌牙弓位置不协调时,可考虑选用下颌全牙弓根尖下截骨术。手术入路可选用双侧磨牙后区至颏孔的黏骨膜切口或两侧磨牙后区间前庭沟黏骨膜切口,分离显露截骨区,尽量保护截骨段上的黏骨膜附着以增加血供。在形成水平和垂直截骨线时要注意保护下齿槽神经血管束,先用裂钻或锯并配合骨凿从磨牙后至颏孔去除外侧骨皮质,显露并游离下齿槽神经血管束,舌侧水平截骨位置在下颌管水平以下,截骨完成后移动截骨段至预定位置固定。

下颌全牙弓根尖下截骨术的远中截骨方式还可以升支矢状劈开的形式进行,根尖下水平截骨位置在下颌管与下颌下缘之间,升支内侧骨切口位于下颌孔以上,在磨牙后区和升支前缘的垂直截骨线连接根尖下水平截骨和升支内侧截骨线,用骨刀完成截骨。

2. 下颌骨升支矢状劈开截骨术　下颌骨升支截骨手术有多种类型,常用的是口内入路的下颌骨升支矢状劈开截骨术,手术切口在口内下颌升支前缘中点处,沿下颌升支外斜线向下切开黏骨膜直至同侧下颌第一磨牙颊侧,分离显露截骨区,首先剥离颞肌附着,随后为升支内侧黏骨膜,在乙状切迹和下颌小舌之间显露升支内侧水平截骨区,分离颊侧黏骨膜直至下颌下缘。用裂钻或锯截骨,从升支内侧水平骨切口开始,沿升支前缘外斜线至下颌第一磨牙颊侧,由此再向下颌下缘切开颊侧骨皮质,用薄骨刀完成劈开截骨,移动截骨段至预定位置固定。

(四) 双颌手术

上颌骨 Le Fort Ⅰ型截骨术和下颌骨截骨术可以分别应用,也可以同时进行,如果决定同期进行,一般先行上颌骨 Le Fort Ⅰ型截骨术,利用中间合板将上颌截骨段移动至预定位置后固定,随后再进行下颌骨截骨术,用最终𬌗板将下颌截骨段移动至预定位置后固定,手术后 6 个月后可考虑进行全口义齿修复(图 9-7、图 9-8)。

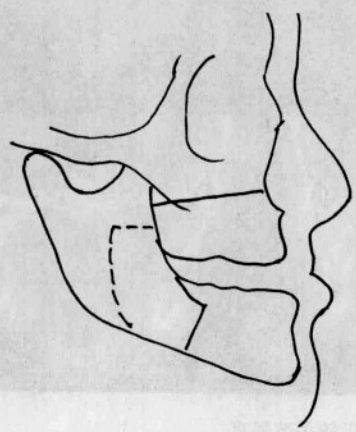


图 9-7　双颌手术,上颌骨 Le Fort Ⅰ截骨术加下颌骨升支矢状劈开截骨术,使上颌骨前移,下颌骨后移,为全口义齿修复创造条件

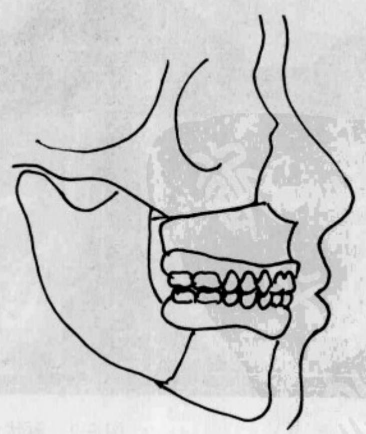


图 9-8　手术后上下颌骨位置协调,完成全口义齿修复

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

第二节　为义齿修复进行的颞下颌关节外科

时至今日，颞下颌关节外科已经成为颌面外科中的一个重要分支，解剖学、病理形态学、生物化学、免疫学、影像诊断学、生物力学以及医学工程学等方面的进步为颞下颌关节外科的发展奠定了坚实的基础，许多新知识、新理论和新的手术方法改变了颞下颌关节外科的面貌和发展方向。颞下颌关节外科涉及了广泛的内容，作为修复前外科的一部分内容的颞下颌关节外科主要解决影响义齿修复和功能恢复的问题，其中，最主要是处理颞下颌关节强直。

一、颞下颌关节强直

损伤和炎症等多种原因都可以造成颞下颌关节强直，可以表现为关节内的纤维性或骨性粘连，也可以表现为上下颌骨之间软组织的瘢痕挛缩，个别患者关节内外都有异常。颞下颌关节强直的患者开口困难甚至完全不能张口，牙齿咬合关系错乱，当牙齿缺损、牙列缺损或牙列缺失时，修复工作难以进行，需要通过手术解除强直，纠正上下颌骨间不协调的关系后方可进行义齿修复工作(图 9-9，图 9-10)。

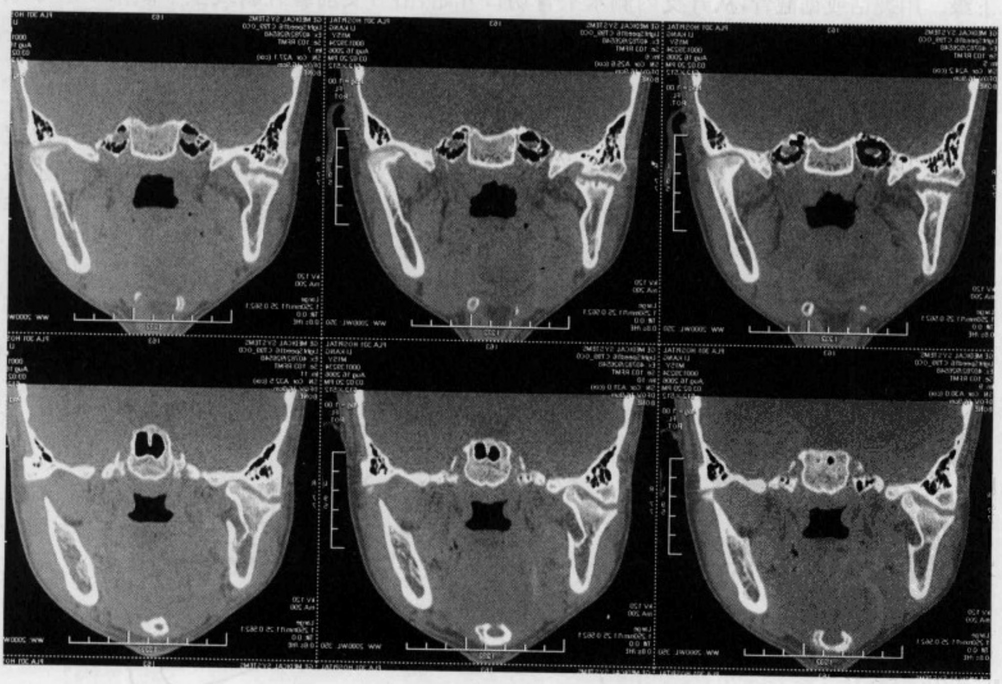


图 9-9　冠状位 CT 显示颞下颌关节强直

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

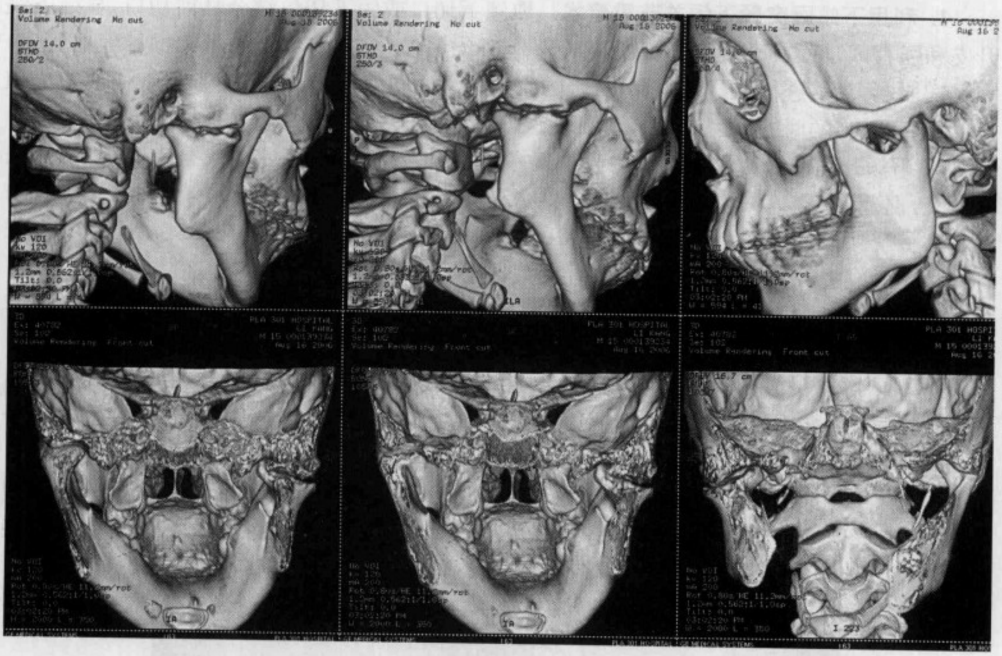


图 9-10　三维重建 CT 图像，显示强直侧颞下颌关节和正常侧

二、颞下颌关节重建手术

利用自体组织移植或人工关节假体植入，重新建立接近生理状态的关节结构，恢复功能。

（一）自体肋骨移植颞下颌关节重建术

取颌下切口或颌下切口结合耳前切口，显露颞下颌关节强直区，在尽可能接近原关节窝顶水平标出截骨上界，截骨下界在下颌孔水平以上，在此区间逐步切骨，去除冠突，充分去除这一范围内强直的骨球，向上要注意避免损伤脑膜中动脉，在内侧要避免损伤颌内动脉。完成去骨后，修整骨断面，取带肋软骨的肋骨移植，固定。

（二）同种异体骨移植颞下颌关节重建术

同种异体骨移植修复骨缺损已有不少报道，异体骨移植后主要通过骨传导作用达到愈合。应用骨组织库的同种异体冻干骨重建颞下颌关节，手术操作简单，在颞下颌关节强直区完成截骨，解除强直后，将异体骨修整植入即可。

（三）下颌骨自体取骨颞下颌关节重建术

利用患侧下颌骨进行关节重建有两种方式，利用冠突移植或利用下颌升支后缘移植。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

1. 利用下颌冠突颞下颌关节重建术 取颌下切口或颌下切口结合耳前切口，显露下颌升支和强直区，从乙状切迹向下纵形切开下颌升支前份，注意避免损伤下齿槽神经血管束，完成切取冠突后，进行强直区截骨，截骨的原则和方法同前，截骨完成强直解除后，将冠突植入，尖部朝上与颅底关节窝处骨面接触形成关节，固定。

2. 下颌升支后缘截骨颞下颌关节重建术 手术入路同前，显露下颌升支和强直区，去除冠突，但范围可以较小，强直区截骨上界在尽可能接近原关节窝顶水平，利用裂钻和骨凿逐步去骨解除强直，在距下颌升支后缘 1cm 处垂直截骨，将截骨段上端修整后植入与颅底骨面接触形成关节，固定；也可将下颌升支截骨段倒置植入后固定。

（四）乙状截骨颞下颌关节重建术

洪民教授提出的乙状切骨的手术方法和治疗原则对于颞下颌关节强直的治疗有着里程碑式的意义，利用颌下切口或颌下切口结合耳前切口，显露关节强直区域，在升支后份近原关节处做水平截骨线长约 2cm，向下垂直截骨约 3cm，这要根据升支高度情况而定，由垂直截骨线下端向升支前缘水平截骨，将截骨线前的骨块逐步去除，注意保护下齿槽神经血管束，解除强直后修整升支后份骨段上缘，使其与颅底骨面形成关节并呈点面接触(图 9-11)。

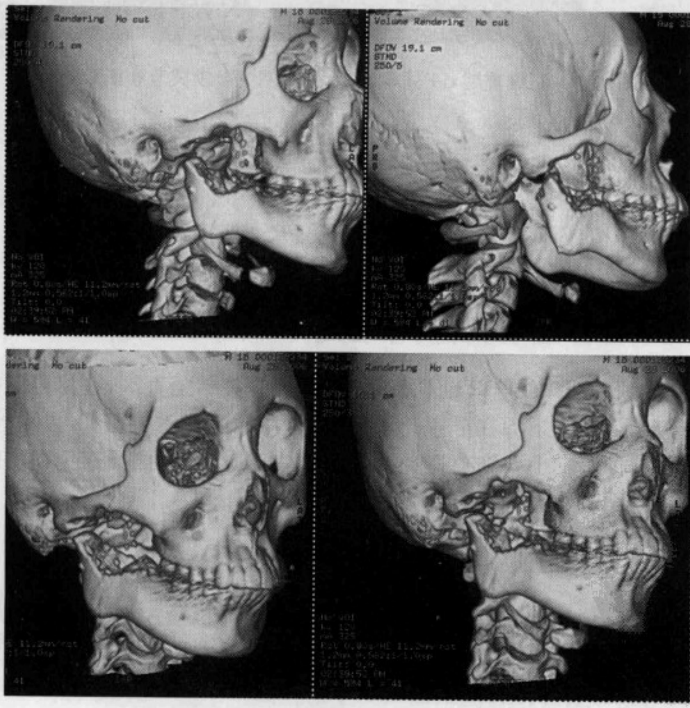


图 9-11 乙状截骨颞下颌关节重建术后，强直侧经广泛去骨，切除冠突，重建的关节形成点面接触

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(五) 血管化骨移植颞下颌关节重建术

第二跖趾关节形态与颞下颌关节相似,有文献报道取游离第二跖趾关节,吻合血管移植重建颞下颌关节。手术比较复杂,供足常遗留一定程度的功能障碍,因此,选用时要慎重。

颞下颌关节强直区截骨方式同前,血管蒂为足背动脉及其分支第一跖背动脉和大隐静脉及其分支,当第一跖背动脉不能用时,可以选用足背动脉、足底深支和第一趾底动脉系统,血管蒂要有足够的长度,与颌外动脉和面前静脉吻合,在第二趾第一趾骨远端截骨,移植后固定。供足小腿打石膏托,将供足固定于背屈位,注意观察趾的末梢循环状况。

(六) 人工关节假体植入颞下颌关节重建术

颞下颌关节的人工关节假体在临床已有不少应用报道,目前有各种成品出售,还可以借助计算机辅助外科的手段,设计制作个体化的颞下颌关节假体。应用人工关节假体植入重建颞下颌关节,手术操作比较简单,颞下颌关节强直区截骨同肋骨移植重建颞下颌关节手术,解除强直后,将人工关节假体植入并固定。

三、颞筋膜瓣转移术

在治疗颞下颌关节强直的关节重建手术中,在重建的关节之间多要植入间置物,颞筋膜瓣是常用的手段,同时,颞筋膜瓣还可以用于上颌骨植骨的覆盖等手术中。

(一) 颞筋膜瓣的解剖

颞部皮肤较薄,皮下组织中脂肪少,其下为颞浅筋膜,它是帽状腱膜的延续,在向下为颞深筋膜,分为两层,附于颧弓内外面。颞浅动脉、颞浅静脉和耳颞神经穿行于颞部皮下组织中,颞浅动脉在颧弓水平稍上发出颞中动脉,穿过颞深筋膜至颞肌,与颌内动脉的分支颞深动脉吻合(图 9-12,图 9-13)。

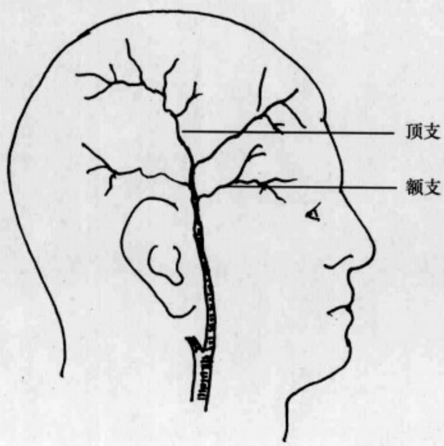


图 9-12　颞浅动脉及其分支

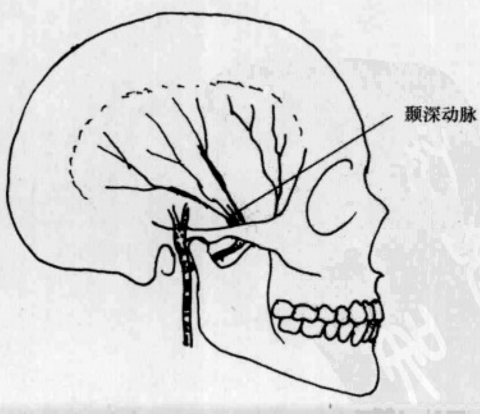


图 9-13　颌内动脉及其分支

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（二）颞筋膜瓣切取和转移

颞筋膜瓣是以颞浅动、静脉为血管蒂的组织瓣，手术时首先确定并标记出颞浅动脉的走行，切开头皮和皮下组织，显露颞浅筋膜和颞浅动脉及静脉，切开颞浅筋膜，在颞浅筋膜深面翻瓣，将颞浅动脉和静脉包含在内，形成颞浅筋膜组织瓣。将皮瓣向下插入重建的颞下颌关节之间并包绕升支骨段上缘，也可经颧弓内侧转入口内。

（胡　敏）

参 考 文 献

洪民，李永海，黄继贤. 1982. 喙突移植治疗颞颌关节强直. 中华医学杂志，62(1)：37～39

洪民，王能安，李永海等. 1973. 植骨术治疗颞颌关节强直初步报告. 中华口腔科杂志，10(4)：610～612

洪民，虞竞. 1959. 采用"乙"状切骨及筋膜帽治疗颞下颌关节强直的手术方法介绍. 中华口腔科杂志，5(4)：227～232

洪民，周继林. 1994. 再论"乙"状切骨术治疗颞下颌关节强直. 口腔颌面外科杂志，4(4)：194～197

洪民. 1986. 论"乙"状切骨术治疗颞下颌关节强直. 中华口腔科杂志，21(5)：289～291

胡敏. 2004. 颞下颌关节外科. 中华口腔医学杂志，39(5)：433～434

Abubakker AO. 1991. Modified Lefort Ⅰ osteotomy：Rational，basis and surgical technique. J Oral Maxillofac Surg，49：1089

Bell WH，Condit C. 1970. Surgical-orthodontic correction of adult bimaxillary protrusion. J Oral Surg，28：578～581

Bell WH. 1969. Revascularization after anterior maxillary osteotomy：a study using adult rhesus monkeys. J Oral Surg，27：249～255

Constantinides J，Zachariades N. 1978. Homogenous bone grafts to the mandibule. J Oral Surg，36：599～604

Ellis E 3rd，Sinn DP. 1993. Use of homologous bone in maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg，51：1181～1193

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第十章　颅颌面部缺损的赝复体修复

由于肿瘤切除或创伤等原因造成的颅颌面部缺损是很常见的，有时应用外科手术方法利用自体组织修复重建这类缺损难以获得理想的效果，甚至无法进行，此时，人们选择就是利用赝复体来修复。

第一节　颅颌面赝复体修复的进展

颅颌面部的先天性缺损、外伤、恶性肿瘤术后畸形，存在于代表个人特征的面部，完全破坏了其审美观及其功能。不论缺损大小，功能、美观的缺陷都会给患者带来严重的精神负担，其痛苦和绝望感是健康者难以想象的（图 10-1）。

近年来，外科技术，尤其是显微外科取得了显著进步，对这些组织缺损患者的美学重建方法，有各种皮瓣转移的重建术，但恢复颜面这样复杂的结构仍很困难，不能满足患者的需要，修复效果有时不能令人满意。使用人工材料制作的各种赝复体也一直是临床上常用的修复手段，回顾颅颌面赝复体的历史，可以追溯到古埃及，而在公元 200 年前，中国春秋战国时期就出现过面部的赝复体，在日本的江户时代也出现了义眼、义鼻。赝复体发展的历史充分体现了人类的聪明才智。材料的缺陷和固位问题一直影响着颅颌面赝复体的成功应用，对于颅颌面赝复体来讲，要求有牢靠的固位、良好的功能发挥、可以接受的美学效果和优良的生物相容性。曾经有许多种材料被用于制作赝复体，如金属、合金、陶瓷、蜡、树脂和橡胶等，20 世纪 60 年代，硅材料用于赝复体制作，此后，其他材料的使用就减少了，对于材料研究的进展，使赝复体在制作工艺及色彩等方面都有了明显的改善，使赝复体在美观和功能的恢复上都令人比较满意（图 10-2、图 10-3）。



图 10-1　肿瘤切除后造成面部缺损



图 10-2　面部缺损游离皮瓣修复

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

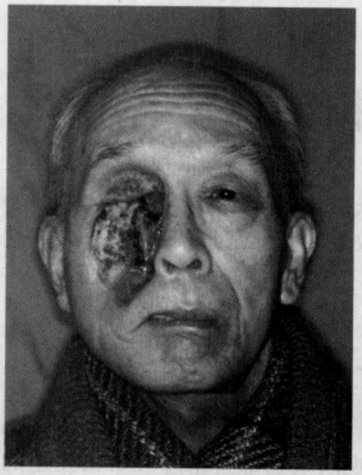


图 10-3a　右面部肿瘤切除后遗留缺损

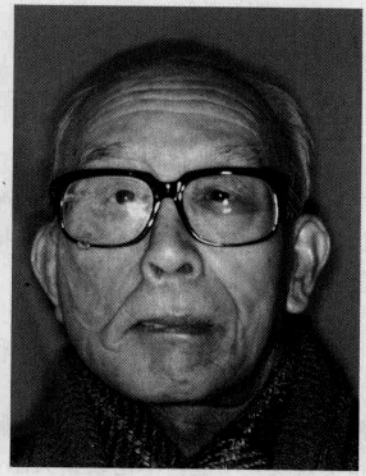


图 10-3b　赝复体修复

面部赝复体固位依靠的是机械方式，以往多用黏结固位，机械固位包括在缺损区内底部分叉的支撑或用外部装置，如眼睛框架，也有用弹性方法固位。在过去的 20 多年里，由于种植技术的进展，颅颌面的赝复体修复有了很大的发展和更好的临床治疗效果。

1975 年，Albrektsson 提出穿过皮肤进行的种植是可行的。1977 年，首个依靠在乳突区种植体固位的骨支持式助听器成功地用于病人。1979 年，利用乳突种植固位的耳赝复体首次成功应用，从此，种植技术极大地提高了赝复体在颅颌面头颈部缺损修复中的价值。

第二节　颅颌面部赝复体及其修复前外科

颅颌面部缺损会对患者造成程度不同的功能和心理影响，使患者生活质量严重下降。在功能方面产生的影响包括了咀嚼功能的丧失或下降，当少数的天然牙要承担整个牙列的功能负荷时，将产生继发性咬伤；可以有味觉和嗅觉的丧失，吞咽反射丧失或障碍；听力丧失或反复的耳部感染；视力丧失，语音缺陷，颞下颌关节紊乱病或慢性疼痛等，对功能的影响程度取决于缺损的部位和范围。对患者心理的影响可以使其离开社会接触，心理问题包括了抑郁、否定、人际关系问题、疏远、虐待、忧虑、蔑视、自我贬低、思维障碍和内向等。无论是外科手术修复，还是赝复体修复都在一定程度上有助于恢复患者的功能和容貌，提高患者的生活质量。

一、赝复体的优点

与外科重建修复相比，赝复体修复基本上不需要其他组织供区，修复完成后有时比外科修复更协调，赝复体具有以下优点：

（1）没有新的外科损伤，赝复体修复缺损很少需要在患者身上的组织供区，对于颅颌面的赝复体来讲，目前修复前外科的含义主要是种植外科。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(2) 修复前外科的过程比较简单,手术时间短,易学易懂,整个手术过程可以预测。

(3) 当自体组织移植重建修复失败后可以利用赝复体进行补救。

(4) 能够恢复复杂的形态,能进行色彩调整,与自体组织移植重建修复相比,赝复体在形态和颜色上更相似和逼真。

(5) 适合于耳廓、鼻、眼等器官缺损或缺失,修复效果好(图 10-4～图 10-6)。

(6) 修理简单。

(7) 可以重新制作,无论何种原因,赝复体被认为不满意时,可以做一个新的来克服任何不足之处。

(8) 可以早期发现肿瘤复发,赝复体可以摘下,便于观察(图 10-7)。



图 10-4a　右耳缺损



图 10-4b　右耳赝复体

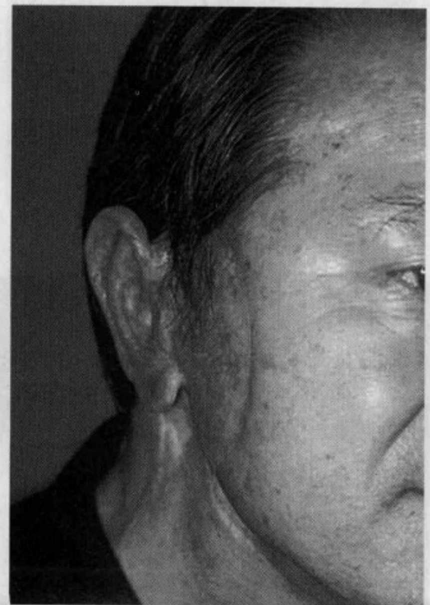


图 10-4c　赝复体修复右耳缺损

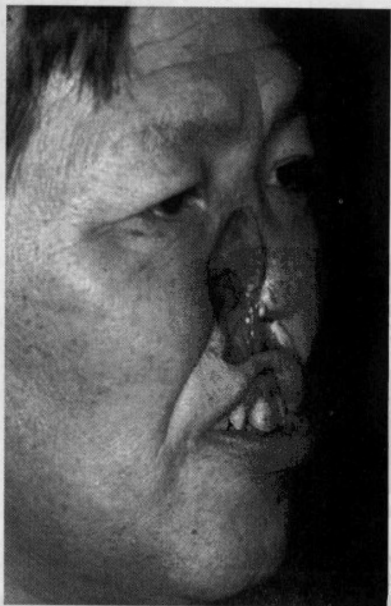


图 10-5a　鼻缺损

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

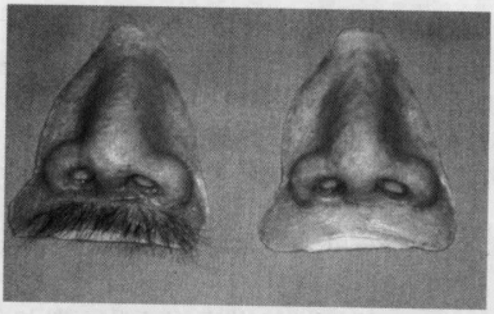


图 10-5b 鼻赝复体，可制作两个不同的，有胡须和无胡须

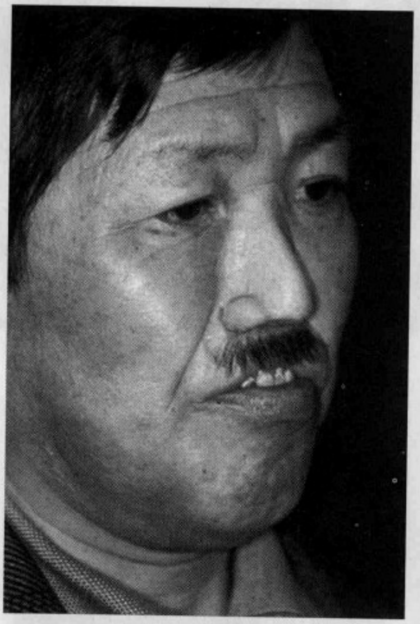


图 10-5c 鼻赝复体修复

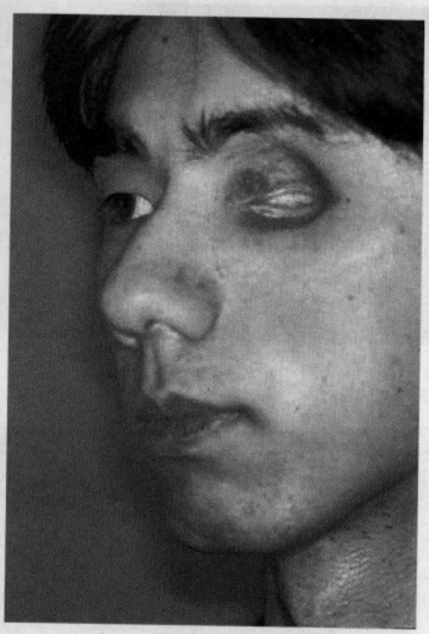


图 10-6a 左眼缺损

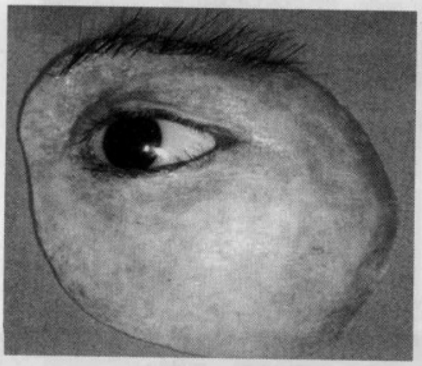


图 10-6b 眼赝复体

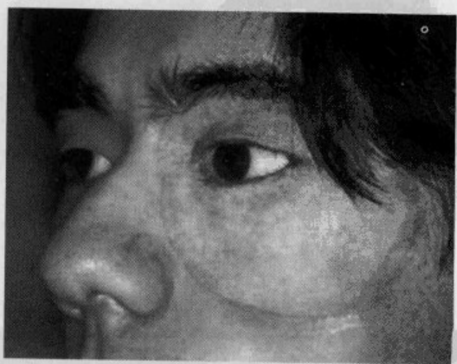


图 10-6c 赝复体修复左眼缺损

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 10-7a　赝复体容易取下，便于观察肿瘤有无复发

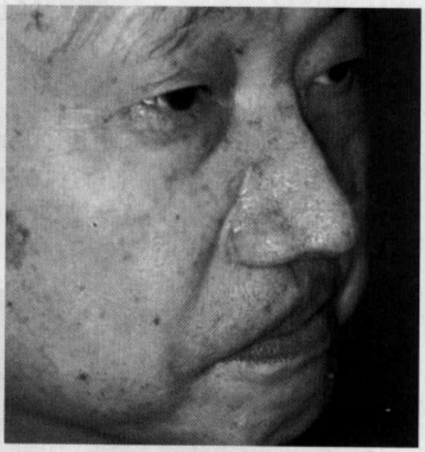


图 10-7b　赝复体戴回

二、赝复体的适应证

一般认为，眶区是适于赝复体修复的区域，而鼻、耳和面中份缺损可以选择赝复体或自体组织移植重建修复。

（一）一般的适应证

无可以影响骨改建能力的全身或局部疾病，患者不能耐受长时间的手术，无麻醉禁忌证，患者能合作，处于肿瘤术后观察期，患者对用赝复体修复的形态可以接受。放射治疗和吸烟是相对禁忌证。

（二）耳赝复体重建适应证

较大的肿瘤切除后；重建区局部接受过放射治疗；耳 1/3 缺损，局部组织损伤严重；小耳畸形，自体组织移植重建修复失败后补救措施，患者选择用赝复体修复。

（三）眶和面中份重建适应证

眶内容物摘除术后；严重的面中份全层缺损，导致面部外形严重损毁。

（四）鼻赝复体重建适应证

由于肿瘤切除造成的缺损；自体组织移植重建失败，供区疤痕明显；患者选择赝复体修复。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、赝复体的固位和修复前准备

(一) 赝复体的固位方法

主要依靠机械方式，目前应用最多的是种植体固位。

(1) 利用缺损部自身的支持，如在缺损区的倒凹，鼻底等。

(2) 应用外部装置，如假发，眼镜等(图 10-8)。

(3) 利用粘接剂粘着，如使用双面胶等(图 10-9)。



图 10-8a　左面中份缺损



图 10-8b　面中份赝复体



图 10-8c　利用眼镜固位



图 10-9a　右面部赝复体，用胶粘着固位

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 10-9b　取下赝复体

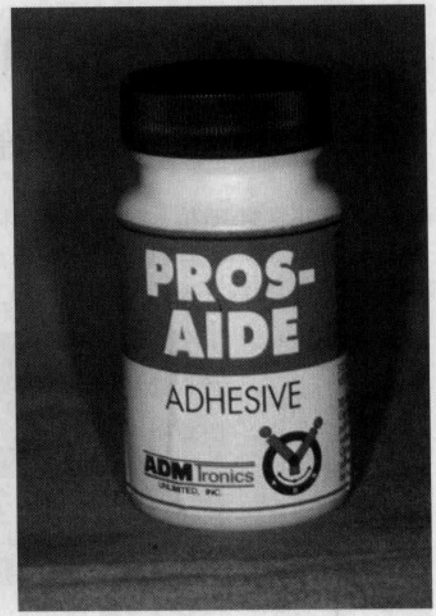


图 10-9c　固位用胶

但不论哪种方法，稳定性都得不到患者的完全满意，因此，随着瑞典研究开发了口腔科用骨结合型种植体系统，在缺损周围的骨组织中，植入颅骨用种植体，作为赝复体的固位体的方法，在世界多个医疗机构的研究应用，收到良好的临床效果。今后将在技术方法、材料和维持的时间持久等方面进一步努力。

（二）修复前应有周密的治疗计划

应有一个多学科的团队合作，核心是颌面外科和修复重建外科的医生，最初的修复方案讨论是在外科医生、修复科医生和患者之间进行的，此外，还应有整形外科、耳鼻喉科、口腔修复科、放射科、心理科、康复科等专科医生，一起制定治疗计划，有专科技师加工制作，有生物力学和机械加工方面工程师辅助，共同努力完成缺损的修复。

修复前计划要求有手术前照片，手术前心理评估，手术前 X 线和 CT 检查帮助标记种植体的位置，获取缺损部位印模以及缺损区域照片等，从印模得来的模型上可以帮助选择种植体部位，要充分了解准备种植的区域的骨的可用性。

（三）修复前外科

主要是种植外科，文献报道中记录了 2～80 岁的患者接受种植手术并成功，要严守操作规程。

要遵循种植外科的基本原则，在手术过程中种植体表面不能被污染，手术者手套上的粉末要洗干净，所有的纱布应浸湿，以免纤维脱落至种植区，少用电刀，手术用电钻应先垂直空转几分钟，去除多余的油并用湿纱布擦拭干净。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第三节 赝复体的制作

一、赝复体制作操作流程

确认周围是正常组织，植入颅骨用种植体（第一次手术）。等待 6 个月，放置适当的基台（第二次手术），约 2 周后，确认基台周围组织愈合，取颌面部模型。用专用印模材料迅速取得颌面部形态模型，常规注入无水石膏，制作工作模型（图 10-10）。



图 10-10a 左面部肿瘤切除

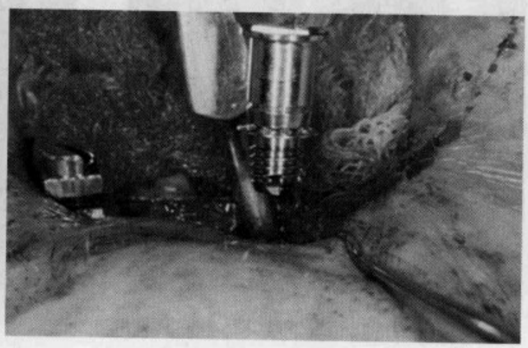


图 10-10b 植入种植体



图 10-10c 取印模

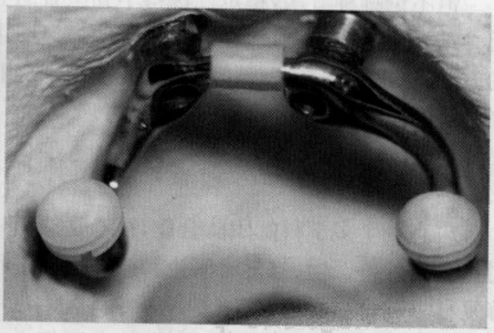


图 10-10d 在种植体上制作固位杆

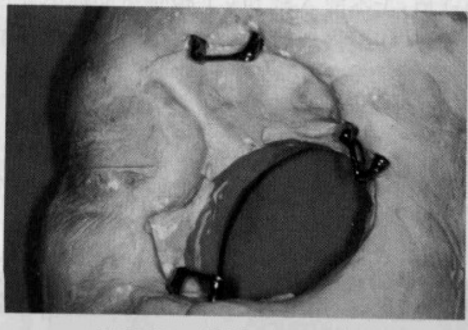


图 10-10e 设计三组固位装置

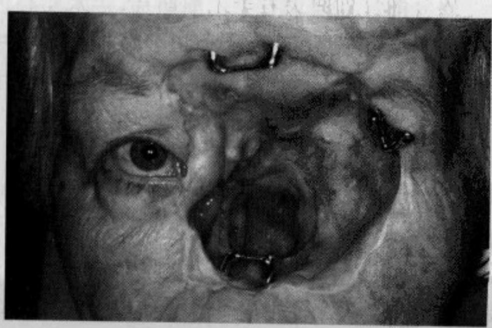


图 10-10f 在患者安装固位装置

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

要充分考虑颌面赝复物的形态、重量、范围等因素，选择基台的固定装置。如图所示病例，因为分别植入 6 颗种植体，连接所有的基台是困难的，因此分为三组来完成制作。

蜡模完成后，进行包埋铸造，调整，确认完全适合颌面基台，并与患处周围皮肤有相容性，此时，如果不完全合适，应立即在工作室调整，使其达到完全合适。

面部皮肤与口腔黏膜不同，完全没有自洁作用，易成为污染区，因此特别注意要使基台成为患者易于清洁的部位。

在制作义眼时，对侧的角膜经瞳孔的色调毛细血管的有无作为制作义眼的参考点。确定了义眼的位置，深度，角度，开始作修复体模型，参考术前健康时的照片，认真听取患者的意见，慎重观察颅骨形态，肌肉，皮下组织，皱纹深度，角度等。在蜡模确定时，希望得到配偶，亲属的认可。

蜡模完成后，依次进行包埋、加热、开查、脱蜡处理。

加热完全去除蜡质，将医用硅胶胶调整患者的基本肤色，在石膏表面认真地添入硅胶。约 45 分钟加热聚合，在凉水中完全冷却后取出修复体，用剪刀修复修复体锐利的边缘，确认其边缘与皮肤相适应，在透明的硅胶表面薄薄地着色。制作修复体使用的硅胶，吸收空气中的水分，以及汗液，数年后可能老化变色，着色完成后放入 100℃温箱中保留 24 小时(图 10-11～图 10-19)。



图 10-11 植入种植体，连接基台

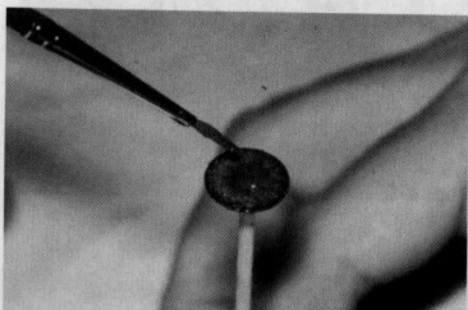


图 10-12a 制作义眼

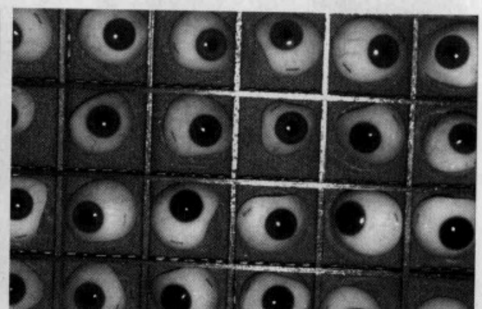


图 10-12b 制作义眼



图 10-12c 赝复体修饰

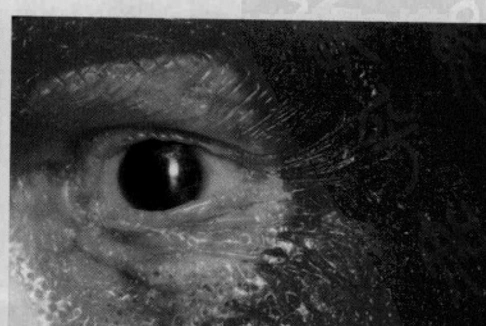


图 10-12d 赝复体修饰完成后

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 10-13a 包埋



图 10-13b 脱模



图 10-13c 脱模



图 10-14 准备灌注



图 10-15a 调色

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 10-15b　灌注

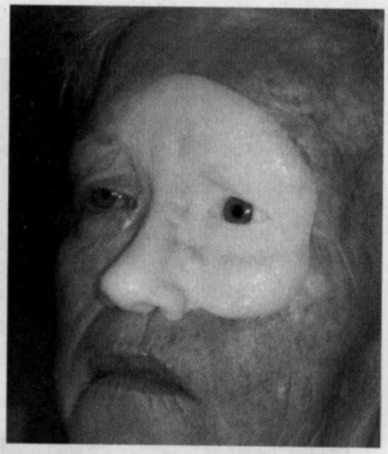


图 10-15c　试戴赝复体



图 10-15d　赝复体成型



图 10-16a　着色

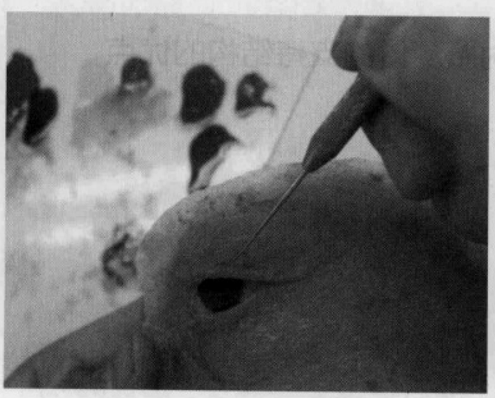


图 10-16b　着色



图 10-17　赝复体颜色保护

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

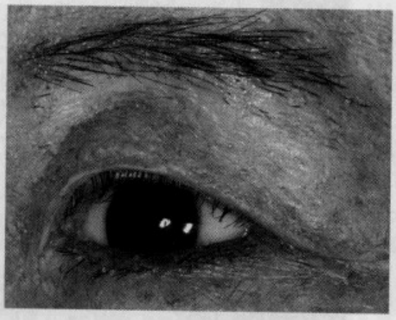


图 10-18　植毛，制作眉毛

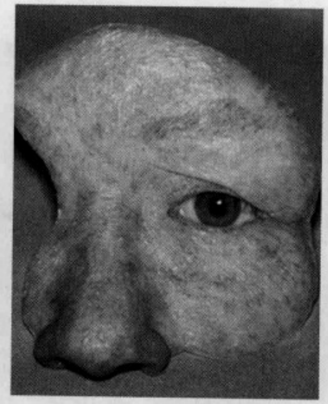


图 10-19a　赝复体制作完成



图 10-19b　面中份缺损

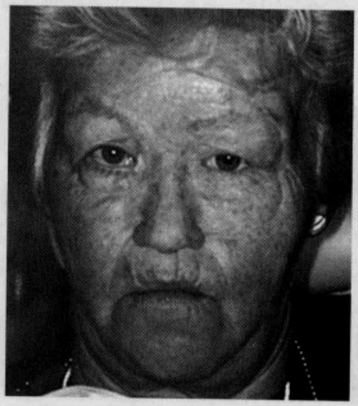


图 10-19c　配戴赝复体，完成修复

二、以骨结合型种植体作为赝复体的支持结构的优点

(1) 提高支持力和稳定性。
(2) 长期维持。
(3) 没有粘接剂的不良影响。
(4) 容易就位。
(5) 适用于高龄者。
(6) 有一定的通气性。
(7) 周围皮肤组织活动自如。

三、以骨结合型种植体作为赝复体的支持结构的不足

(1) 受周围骨量，骨形态和骨质的限制。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（2）种植体有位置和角度的限制。
（3）植入时间要求严格。
（4）放射线治疗者不宜。
（5）皮肤贯通部易感染。
（6）材料质量要求较高。
（7）要有具有高水平和技能的医疗组。
（8）要求高度的技工技术。

目前，对于颅颌面缺损的患者而言，以骨结合型种植体作为颌面修复体的支持结构，可以说是最好的方法之一。

（常国史纲　吕长胜　胡　敏）

参考文献

Adell R, Lekholm U, Rockler B et al. 1981. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg, 10:387～416

Bain CA, Moy P. 1993. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. Int J Oral Maxillofac Implants, 8:609～615

Conroy BF. 1983. The history of facial prostheses. Clin Plast Surg, 10:689～707

Granstrom G, Bergstrom K, Tjellstrom A. 1993. The bone-anchored hearing aid and bone-anchored epithesis for congenital ear malformations. Otolaryngol Head Neck Surg, 109:46～53

Granstrom G, Tjellstrom A, Branemark PI et al. 1993. Bone-anchored reconstruction in the head and nek cancer patient. Otolaryngol Head Neck Surg, 108:334～343

Harris L, Wilkes GH, Wolfaardt JF. 1996. Autogenous soft-tissue procedures and osseointegrated alloplastic reconstruction: their role in the treatment of complex craniofacial defects. Plast Reconstr Surg, 98:387～392

Jacobsson M, Tjellstrom A, Fine L et al. 1992. A retrospective study of osseointegrated skin-penetrating titanium fixtures used for retaining facial prostheses. Int J Oral Maxillofac Surg, 7:523～528

Parel SM. 1980. Diminishing dependence on adhesives for retention of facial prostheses. J Prosthet Dent, 43:552～560

Tjellstrom A. 1990. Osseointegrated implants for replacement of absent or defective ears. Clin Plast Surg, 17:355～366

Tolman DE, Taylor PF. 1997. Bone-anchored craniofacial prothesis study. Int J Oral Maxillofac Implants, 11:159～168

Wikes GH, Wolfaardt JF. 1994. Osseoingrated alloplastic versus autogenous ear reconstruction: criteria for treatment selection. Plast Reconstr Surg, 93:967～979

Wolfaardt JF, Wilkes GH. 1994. Craniofacial osseointegration. J Can Dent Assoc, 60:805～809

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第十一章　计算机辅助修复前外科

近 20 年来，随着计算机技术的不断进步，计算机辅助外科逐步发展，利用计算机对大量数据信息的高速处理和控制能力，将图像处理、虚拟现实、电子通讯、医疗机器人以及微创手术等领域有机地结合在一起，为外科医生提供了手术模拟、制定手术计划、手术导航、手术定位以及手术评估等新的手段。颅颌面部是人体中最复杂的解剖区域之一，计算机辅助外科技术对于此区域的损伤诊断和治疗有极大的帮助，对于修复前外科来讲，计算机技术的介入会使手术更加精确和有效，同时将使义齿、义颌或颅颌面赝复体的制作和功能恢复更加理想。

第一节　计算机辅助外科的几个基本内容及其作用

由于计算机技术、图像处理技术、医学物理等学科的迅猛发展，计算机辅助外科将先进诊断和治疗设备和外科医生有机地结合在一起，最早应用的是神经外科领域，在立体定向、脓肿穿刺以及肿瘤化疗等方面的成功获得了明显的治疗效果，从计算机辅助神经外科(computer assisted neurosurgery, CANS)开始，逐渐向多个学科扩展并取得了良好的效果，诸如计算机辅助矫形外科(computer assisted othopaedics surgery, CAOS)、计算机辅助脊椎外科(computer assisted spine surgery, CASS)、计算机辅助耳鼻喉科(computer assisted ear-nose-throat surgery, CAENTS)、计算机辅助眼科(computer assisted eye surgery, CAES)、计算机辅助牙科(computer assisted dentistry surgery, CADS)和计算机辅助放射治疗(computer assisted radiotherapy, CAS)等等。而计算机辅助修复前外科(computer assisted preprosthetic surgery, CAPS)应该是计算机辅助口腔颌面外科(computer assisted oral maxillofacial surgery, CAOMS)的一个组成部分。

一、计算机辅助外科的基本概念

计算机技术与医学结合已有很长的历史了，而在真正意义上的计算机辅助外科的历史不算很久，20 世纪是工程技术、计算机技术等应用于医学领域的高峰时代，CT、MRI、DSA、PET 以及 CTA(计算机断层扫描及血管造影)、MRA(磁共振成像及血管造影)等应用极大地推动了临床医学和基础医学的发展，而近来 PET-CT 的应用更是将影像融合技术推向临床医学前沿的典范，人们对机体和疾病的认识也达到了空前的水平，从 20 世纪 80 年代开始，计算机辅助外科应运而生，在美国、法国、瑞典和德国等地发展起来。

(一) 计算机辅助外科的发展

科学技术的进步与医学实践的结合总会引起医学领域中的革命，计算机技术的发展为人们提供了无限的想象和实践的可能，长期以来医生们靠手、眼坐标系进行各种复杂的手

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

术，视觉只能停留在人体暴露的表面，制定手术计划时依靠经验，缺乏对正常和异常组织的定量描述，限制了术前计划的精确程度，手术是以被动和经验的方式进行，手术时间长，难度大，有些手术被人们视为畏途。

1. 计算机辅助外科的基本定义　计算机辅助外科是多学科尖端技术的结晶，它利用计算机技术，发挥其对大量数据高速处理和控制的能力，通过虚拟手术环境为外科医生提供技术支援，将现代医学影像学、图像处理技术、计算机辅助设计和制作技术、快速成型技术、数控机械加工以及人工智能技术等高度结合，从而提高手术安全性、准确性并减少创伤，简单地讲，计算机辅助外科就是利用X线装置、CT、MRI、DSA、PET等图像信息与先进的立体定位系统和精密医用机器人相结合，进行配准和定位等一系列工作，制定手术计划并在术前进行手术模拟，帮助设计和制作植入的器官，以帮助临床医生尽可能精确地进行各种手术干预，减少手术创伤，提高手术成功率。

2. 计算机辅助外科的进展　随着科学技术的进步，计算机技术深入到了人们生活的各个角落，图像的处理技术以及机器人的研究不断深入。20世纪80年代以后应用计算机技术帮助外科医生精确地进行手术治疗应运而生，早期的应用主要在神经外科，美国加州Memorial医学中心从1980年开始进行立体定向神经外科手术，利用基于CT的立体定位框架获得图像上任意点的三维坐标，引导精密的仪器通过头颅的一个小孔进入脑组织，避开重要组织器官和血管，沿选择好的直线路径达到病变处进行治疗，后来他们改进的PUMA200机器人系统的精度已可达到0.05mm。Reinhard(1986)和Watanabe(1987)将实时定位装置和图像数据相联系，采用机械手的实时定位方法，用一装有角度传感器的机械手与大脑的三维组织结构配准，通过计算确定机械手尖端位置与CT图像之间的联系，操纵机械手进行手术。1987年，Kall等人开发了基于CT、MRI和DSA检查图像的计算机辅助外科系统。同年在法国Grenoble大学医院用机器人进行的立体定位外科手术是在综合CT和MRI信息的基础之上。1988年，Kelly等也将CT和MRI信息的融合处理并进行三维重建显示脑肿瘤的三维结构和空间位置，引导机器人进行手术干预，利用机器人辅助神经外科系统(Mayo Clinic System)进行了226例肿瘤切除手术获得成功。

早期研究的成功极大地鼓舞了各国学者们，20世纪90年代以后，计算机辅助外科手术系统的开发迅速发展，最多的是基于CT图像的计算机辅助外科手术系统，德国Ludwig Adams(1990)、加拿大Galloway(1991)、Sandem(1994)和Burekhardt(1995)等纷纷提出了各自系统。其中，ISG公司的观察棒系统(Viewing Wand)是基于CT图像并引导机械手进行手术干预，精度达到2～3mm，在发达国家已广泛应用于临床，如果应用无框架立体定位，该系统的精度可达到1mm。Burekhardt等人报道的计算机辅助神经外科手术系统同样利用CT图像配准并定位后控制机器人进行立体定位神经外科手术，手术时机器人探头尖端到目标的绝对偏移仅0.3mm。利用多种模式图像了解并确定病变位置和不断提高精确程度是人们不懈努力的目标，Maurer(1995)和Wischman公司(1996)开发了基于CT和MRI图像引导的计算机辅助外科手术系统。计算机辅助外科手术由神经外科逐步向其他外科领域扩展，在欧洲和北美人们研究了计算机辅助骨科，Merloz(1998)报道了应用计算机辅助骨科手术植入椎弓根螺钉，术前通过三维图像确定了植入的位置，手术中经图像显示和监测控制螺钉进入的位置、方向和深度。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（二）计算机辅助外科实施过程

1. 手术前处理 主要有数据获取及建模，包括多模图像数据获取，定位参考坐标系统的定义，数学模型建立，医用机器人校正，多模图像配准，组织器官的三维显示，手术方案和手术路径制定，术前模型制作等。

（1）获取各种图像：通过对患者检查得到一系列序列二维图像如 CT 和 MRI 等，此时要注意二维图像的空间范围要足够，要完全包括手术区域。扫描时间较长时，要防止运动伪影对数据的影响，用快速成像设备可以较好地解决这个问题；获取图像的精度要足够，空间分辨率要求断层图像内像素大为小 0.8～1.2mm，垂直方向上层厚不大于 2mm；组织对比度分辨率要求较高时或在必要时可用造影剂提高信噪比。要了解各种不同图像的特点，CT 图像对于骨组织具有较高的分辨率，MRI 图像中包含了丰富的软组织和功能器官的信息，DSA 则是了解血管病变如血管瘤、颈动脉体瘤的最有效方法，而 PET 有助于较早地反映组织器官的变化，将同一组织器官的多种影像信息融合在一起可以使临床医生比较充分地了解其功能、位置和形态特点及其变化。

（2）定位、建模：将各种不同图像进行分割、重建、配准和定位，提供各种显示方式。根据不同图像的参照系统以及不同组织器官的立体定位系统建立数学模型。

（3）校正：手术前要对 CT、MRI 和 DSA 等图像失真进行校正，在成像过程中成像装置（射线球管等）会引起几何失真，校正可以提高图像精度和定位精度。

（4）图像分割：为进行定位和配准要在图像上进行分割，确定配准所需的标志点，基于不同标记可有不同的分割方法，如在 CT 图像上分割出立体定位框架的标志点，在 MRI 图像上分割并确定出皮肤或骨的标记，在 CTA 图像上分割确定骨或皮肤表面结构标志点，在 MRA 图像上分割确定出软组织标记和在 DSA 图像上分割确定血管标记。

（5）多模图像配准（registration）和定位：术前进行几种不同图像配准就是要在手术之前在图像的基础上对手术器械定位，建立术中坐标系并与定位传感器建立联系，确定术中坐标系与术前坐标系的转换方式。

（6）制定手术方案：靠不同图像信息的综合制定具体的手术方案，选择最好的手术途径并进行手术路径分割，在手术之前进行手术模拟，努力减少手术中的损伤。

2. 手术中处理 在术前处理的基础上，获取术中数据，进行术中配准、定位和显示，如果没有计算机的帮助，临床医生要依靠自己大脑将各种不同的影像信息综合、分析后，加工匹配以进行手术操作，这是一项非常困难的工作，计算机辅助外科使其简单化了，医生利用术中导航系统控制机器人执行预定的手术计划。

（1）获取术中数据：在手术室中不断获取多模图像数据、机器人参数、定位系统的定位坐标、组织器官的位置等，以便于组织器官、机器人、手术器械的术中显示。

（2）术中配准和定位：多模图像配准、图像和定位系统手术器械和机器人的配准是计算机辅助外科的基本工作。

（3）术中导航：在上述工作的基础上，医生利用导航系统控制机器人工作，引导手术进行。

（三）计算机辅助外科的作用

1. 提高诊断准确率 在获取多种图像的基础上，充分利用每种图像的优点，如 CT 对

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

于骨组织及其病变优良的分辨率，MRI 图像中包含的软组织和器官的功能信息以及 DSA 对血管病变的有效显示等，不同图像的融合使各种信息有机地结合为临床医生提供了机体局部组织或器官的形态、位置及功能变化状况，从而提高了临床诊断水平，为有效的治疗奠定了良好的基础。

2. 拓展了医生的感官功能、肢体功能和思维能力，通过多模图像和医学模型可以充分了解患者个体特异的解剖结构，从而对手术部位解剖形态和邻近组织器官做到心中有数，及时和充分了解手术中可能出现的困难和危险。

3. 制定手术方案　根据多模图像和模型的分析研究结果，确定手术方案，选择最佳手术路径，进行手术模拟，可以发现手术方案中的不足，及时改进，以便减少手术损伤，提高定位精度和手术成功率。

4. 进行手术干预　在术中图像监视下，利用导航系统，执行预定手术方案，在复杂的解剖条件下具有更有利的作用，依靠人脑综合不同影像信息以及将术前和术中的图像匹配要比依靠计算机困难得多。术中将定位设备放在有疑虑的结构上，当前位置及其邻域的解剖信息以图像形式出现在屏幕上，提高手术安全性和质量，可以设计出新的手术方案。

5. 特殊情况下的手术操作　在放射条件下或者有感染存在时，手术可能对手术医生产生危害，另外，对于医生无法用肉眼观察到的组织器官或某些较危险的手术动作，精确复杂的计算机辅助外科手术将是十分重要的。

6. 设计和制作人工植入物　术前通过局部三维图像，对手术区域及其邻域有一真实映像，借助三维图像提供的解剖信息可以进行人工器官或植入物设计，个体化人工植入物在颌面部缺损修复中有重要的意义。

7. 教学和交流　计算机辅助外科可以为年轻医生提供诊断和手术操作的经验，进行直观和互动的教学，同时也便于医生间互相交流，另外，它还有利于医患间的交流。

8. 评估治疗效果　多模图像和模型的检查及显示有利于较好地评估预后状况，长期随诊及多次建模对于颌面部畸形等治疗效果的动态观察和评价非常有效。

二、计算机辅助外科的基本支撑技术

（一）医学影像技术

医学影像技术的发展以及医学影像与计算机技术的结合是计算机辅助外科产生和发展的基础，1895 年，德国人伦琴（W. Rontgen）发现 X 射线，对人类做出了巨大的贡献，应用放射学进行医学影像诊断，开创了工程技术和医学相结合的纪元。英国人 Hounsfied 在 20 世纪 60～70 年代研制出第一台计算机断层扫描（computed tomography, CT），在放射成像领域中有划时代意义，使人们对体内深层的变化情况有了较详细的了解。1980 年，Raymond Damadian 等研制出第一代磁共振成像设备又使人们对人体内部情况的了解深入了一步。尔后数字血管减影（digital subtraction angiography, DSA）、正电子发射断层扫描（positron emission tomography, PET）、计算机断层扫描及血管造影（computed tomography angiography, CTA）。磁共振成像及血管造影（magnetic resonance imaging angiography, MRA）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

以及最近 PET/CT 的临床应用为计算机辅助外科奠定了坚实的基础。

尽管 CT、MRI 和 PET 等拓展了医生的功能，但是序列的断层图像使医生只能进行术前检查，并且要在脑中虚构出手术区域的三维结构，而三维影像重建与显示技术在使病变直观地呈现于医生和患者的眼前的同时，为计算机技术与外科手术的结合提供了契机，计算机辅助外科系统正是利用空间三维位置测量技术为医生的临床手术提供导航功能，用各种伪三维显示技术提供手术区域的地图。

（二）空间三维坐标测量技术

空间三维坐标测量的精度决定了计算机辅助外科的精度，测量技术包括了确定坐标系统，定位坐标系统的检测及不同定位坐标系统间的转换和定位坐标系统与图像坐标系统的转换。

1. 世界坐标系 手术中心的固定三维坐标系为世界坐标系，其他坐标系统均是相对世界坐标系而确定，是固定的参考坐标系，通过世界坐标系进行坐标转换如定位设备坐标系到图像坐标系变化的定标以及定位设备坐标的检测和变换等。

2. 图像坐标系 为便于计算机存储和处理，用直角坐标系，是固定在体数据上的三维坐标系。

3. 定位设备坐标系 是固定在定位设备上的坐标系统，仍多采用直角坐标系，将定位设备的三个主轴选为坐标轴，设备中一点为坐标原点。

4. 几何立体定位 这是计算机辅助外科中的一个关键技术，包括立体定位装置和配准技术两方面。

(1) 立体定位框架：早期均采用此方法，在患者头颅外骨板钻孔打钉，固定头架，有一定的痛苦，精度有限且固定头架也影响外科手术操作。

(2) 无架立体定位技术：针对立体定位框架的缺点，人们不断研究改进，近年来，光学定位法、机械手定位系统等相继问世，在精确程度和可靠性等方法都有很大的提高。

1) 光学定位法：是目前最精确的定位方法，根据测定目标有无光源可以分为两大类。①有源光学定位系统，在测定目标上安装红外二极管，测定并计算由二极管发射出的一组光点在图像上的相对关系和位置，分辨率可以达到 0.5mm，此系统性能优良，计算过程相对简单，速度较快。②无源光学定位系统是用几个摄像机对目标进行观察，目标本身不发射光线，测定过程中要对至少两幅图像上的相同目标点进行配准，尔后重建这些目标点的三维坐标系及其三维形状，此类系统最好精度为 1mm，视频图像分辨率的高低和对图像的校正情况以及周围光线和金属产生的伪影等都会影响定位的精确程度。

2) 机械手定位系统：是一种无源定位系统，和机械手相连的手术器械的位置和旋转通过机械手的几何模型和关节编码器的瞬时值实时计算出来，分辨率 2～3mm，机械手的精密程度和刚性的提高将改善此类系统的定位精度。

3) 超声定位法：此种方法依靠测量超声波的传播时间进行定位，精度为 5mm 左右，在定位系统中设数个超声波发射器和接受器，通过同步技术可以获得超声波在发射器和接受器之间传播的时间。在此基础上，由测定目标上的超声波发射器的坐标可以确定目标上空间任何一点的坐标，温度的高低、空气的位移以及超声波发射器的大小会对定位的精确程度产生影响。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

4）电磁定位系统：利用电磁产生线圈来确定目标的空间位置，一个电磁产生线圈可以定义一个空间方向，用三个线圈则可确定三维空间方向，此类系统定位的精度约为 3mm 左右，定位系统在目标上产生的磁场是一个不利因素，在磁场内的任何金属物体都会影响定位的准确性。

（3）配准技术：配准对于计算机辅助外科是非常重要的基本技术，只有手术前多种图像的配准、手术前多种图像与手术中多种图像以及定位系统信号的配准和各种不同图像和定位信号等与手术系统既手术辅助机器人的配准均准确无误，计算机辅助外科手术才能顺利进行。目前配准或是基于外部标记如立体定位框架系统进行，或是基于解剖结构如光学定位系统进行，前者在术前检查和手术之中要佩戴相同的定位头架，后者则以解剖结构为参照，在各种检查图像上分割和确定某些解剖结构如颅骨或上颌骨等，并获得这些结构上的相应的点的数据，将不同模式的同一物体表面上相应的点匹配起来。

（三）体素处理技术

体素或像素是构成图像的基本单位，利用计算机在图像处理过程中对体素的处理使我们可以得到全部或局部二维或伪三维显示的图像，可以设计个体化的植入物，这些都是通过对全部或局部体数据的编辑、转换和集合运算来交互完成。

（四）三维影像重建和显示技术

医学影像的三维重建和显示已经是比较成熟的技术了，临床上已有普遍的应用，三维影像重建和显示及解剖建模可以用于临床诊断和辅助外科手术设计及植入物的设计。

医学影像检查时如 CT，X 线束穿过人体，透过 X 线的强度由一排探头进行测量，当扫描器围绕人体旋转时，每次投照均旋转一个很小的角度并获得相应的数据，而后由计算机算出每一个层面上各个点的像素（CT 扫描提取的最小的体积要素），各个像素点组合成为各层面的图像，CT 按照很薄的间隔分层进行扫描，产生多层图像（X 线照射 30～40mGy），所有图像以合适的方式重新组合后表现出局部组织器官的几何形状，三维重建就是将一系列连续的二维图像叠加形成三维立体的图像，其优势是骨骼影像，而 MRI 没有电离辐射作用，可以显示软组织解剖的微细差别（如神经、肌肉和血管等）。在检查解剖复杂的区域时，观察二维图像，病变显示往往不够直观，对病情判断比较困难，三维图像或模型可以在任意角度和方向进行观察，可以测量体积和表面积，对感兴趣区进行选择性的三维重建为医生提供了直观的图像，减少判断错误。

1. 表面显示　在 CT 或 MRI 等图像上提取解剖结构的边界轮廓线，利用不同的表面重建技术重建三维表面，经透视变换和明暗处理，显示立体感的图像。

（1）面向多边形的表面显示：在二维图像上提取解剖结构（如上或下颌骨）的边界轮廓线后进行重建，提取边界轮廓线是必须的步骤，也带来了不利的因素，在提取过程中会丧失图像包含的大部分信息，只利用了边界形状信息，生成的图像真实感不强。

（2）面向体素的表面显示：通过表面重建算法，提取的表面要满足正则性条件，要求表面是封闭的、非自相交的。

2. 体显示　体显示可透明显示器官内部结构，产生的图像立体感强，但是，操作数据量大，目前计算机硬件水平还不足以很快完成计算和显示，故应用较少。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

它包括以图像空间为序的体绘制技术和以物体空间为序的体绘制技术两种方式。

3. 任意剖面显示 显示的是二维图像，是可以观察任意方向和任意位置的图像，充分利用了图像中信息，在手术导航中也多利用此种显示方式，显示定位设备当时位置与医生观察方向相垂直的剖面图像，与观察方向平行并与定位设备轴线在一个平面上的剖面图像以及与上述两种图像均垂直的剖面图像，这三种剖面图像互相垂直并相交于定位设备当时的位置点，由此使医生可以了解手术当时的位置及其相关解剖区域的情况。

(五) 虚拟现实和增强现实

虚拟现实是设法使人们真实地感触到现实中不存在的东西，增强现实是在实物的图像上增加现实的信息，也就是基于图像信息之上构成的与现实位置吻合的假设空间，虚拟现实技术为外科医生制订手术方案提供了客观、准确、直观和科学的手段。

外科医生通过检查在手术前要在自己的大脑中进行手术模拟，确定手术方案，根据病情和想象在自己大脑中形成三维印象，医生的临床经验与技能影响了这种印象和方案的精确程度，另外，医生之间和医患之间的交流和沟通也受到一定的限制。三维影像重建及显示技术为医生之间和医患之间的交流提供了良好的界面，在计算机辅助外科帮助下，在虚拟空间中可以进行三维手术模拟，做出比较客观和定量地分析，由此制定的手术方案更加合理。

1. 虚拟现实 在制定手术方案、模拟手术和手术导航中都要用到虚拟现实，用真实的术前三维图像了解病变的部位、范围及其邻近组织器官的情况，确定手术方案及备用方案，模拟手术，当然，虚拟空间与真实空间不一致，但是这仍然是有帮助的。为制定手术方案，在虚拟空间中加入各种三维影像，根据手术模拟的结果和预定的方案绘制出易操作的三维地图，图上集中了手术时可能观察到的形态信息、有关功能、手术预定部位、范围、随手术过程会发生的形态变化等，在手术中利用术中超声或 CT 等再增加信息。可以制作与虚拟空间拟合的模型来增强模拟的真实感，当虚拟空间与患者的实际情况吻合时就可以进行手术导航操作。通过网络建立虚拟医院，在虚拟空间设置图像诊断和手术模拟系统，即可以为边远地区提高技术支援，又可以进行远程手术操作。

2. 增强现实 在手术中，利用增强现实技术使虚拟空间的各种信息与患者实际的术中图像信息吻合，使手术医生确切地理解术前各种信息的真实含义，确定手术当时的操作部位是否确实为术前计划的位置。

(六) 手术导航

在手术中引导手术器械，帮助手术操作即为手术导航。目前已有许多系统可以利用。在手术室中，通过显示屏可以看到手术器械在人体内的位置，这要求将实际患者与计算机生成的三维图像重叠，显示出透视患者内部的图像。此时实际患者与图像在位置上的对应非常重要，虚拟空间与真实空间(手术区域)位置可能不一致，应用三维指示器与虚拟空间的图像数据链接，当患者在手术中的位置与模拟的虚拟空间位置相对应，即可进行手术导航。

导航立体定位系统连接手术目标和图像信息，可在手术目标骨上安装动态参考框架，手术器械和框架上分别安装发光二极管，传感器接受二极管的光信号后叠加到系统中，屏幕上

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

实时显示器械和骨的位置，要建立术中图像和术前设计间的联系，系统要配准，术中的移动要得到及时正确地修正。当用三维指示器选择某一点时，含有该点的断层图像会显示出来，这类似卫星地面定位系统，实时显示位置。

外科导航有不同的方式，如图像依赖导航是将CT、MRI和超声等的二维图像进行重建，获得三维图像进行导航。X线导航则利用C型臂X线机进行，术中放射量少，活动性强，颌面部金属异物取出常用此方法。而非图像依赖导航是利用合板等确定和引导手术进行，种植外科和正颌外科常用此方法。

目前可以应用的计算机辅助系统在进行导航时要求在手术室中确立一套三维协调系统，在手术区域附近要安置追踪装置，以便随时追踪手术器械和患者及病变区域的踪迹，依据追踪技术的不同可以将这些系统分为三大类。

1. 光学追踪系统　假设要追踪的一点的可以在每一个图像上确定，此点的三维位置就可以由3个或2个线性照相机计算确定，被确定的点或者是主动发光的物体，或者是被动反射光的物体，在被追踪点和照相机之间的光线不能被阻断。

2. 基于屏幕的追踪系统　有多种可以选择。

(1) 美国的哥伦比亚科学软件系统(Columbia scientific SIM/Plant software)：在重建的CT影像上医生可以看到模拟的种植体植入的情况，详细地了解颌骨的三维解剖，确定颌骨内重要的解剖结构如下颌管、切牙管和上颌窦等，还可以在影像上直接测量骨密度。

(2) 奥地利的VISIT外科导航系统(VISIT surgical navigation software)：可用于种植外科，帮助临床医生手术前计划种植体的位置和手术中确定钻针的位置。

(3) 德国的VectorVision导航系统：在此系统上可以加载不同的应用软件以便进行不同专科的手术(神经外科、颅颌面外科、矫形外科等)，应用被动标记技术，所有常规手术器械都可以使用，在手术中器械的位置被追踪并连续显示在术前图像上，系统包含了影像导航显微镜、功能性图形绘制、自动影像融合等技术，已被用于截骨手术和异物取出术等。

(4) 德国Stryker Leibinger导航系统：在器械和导航系统之间具有两路联系，具有自动影像融合、手术方案设计、自动框架配准等功能，已被用于种植外科。

(5) 美国光学追踪显微镜(optical tracking system microscope)：配备光学追踪系统，可以迅速和准确地配准患者和术前影像，医生可以追踪手术区域的任何器械并以二维或三维影像显示在屏幕上。

3. 基于投影影像的追踪系统　已有多种系统可以使用，如外科显微镜导航系统、外科分割导航系统、机械追踪系统和观察棒系统等。

(1) 德国的外科显微镜导航系统：由计算机控制的Zeiss导航显微镜系统在手术切开前可以提供手术靶区域的三维影像，将靶区域的扫描资料进行转换，通过这种转换操作者在将导航显微镜定位于患者手术区域时，在目镜上就可以看到相应的图像。神经外科医生在术中就像看地图一样可以看到患者脑部的扫描图像和手术计划的入路，在种植外科也应用了此系统。

(2) 外科分割导航(surgical segment navigator, SSN)：SSN是在红外线技术基础上的外科工具导航或外科显微镜导航系统，借助红外照相机将实验计划数据转换到手术区域，将手术计划如截骨后骨的定位资料等转换到手术区域，所有数据以数字或图像在工

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

作站上显示，这一系统可以用于所有外科领域，包括颌面修复重建、人工关节定位和种植体植入等。

(3) 英国的显微镜辅助导航系统(microscope-assisted guided interventions，MAGI)：影像投影于精确校正和追踪的外科显微镜的双目镜上，精度约1mm，用13个红外发光二极管进行追踪帮助显微镜定位，在患者用合板上的6个红外发光二极管进行定位。

(4) 头架显示系统(head mounted display system)：依靠电磁装置进行追踪，在微创手术中可以将必要的资料直接投射使外科医生可以观察，在头镜或内镜上显示患者手术区域的解剖结构，已经用于种植外科、颌骨截骨和颌面部异物定位。

(5) GE制作的Insta Trak系统：是一种电磁外科导航系统，耳鼻喉科和神经及脊柱外科已经使用此系统，在口腔颌面外科已经用于辅助种植外科和创伤诊治。

(6) 加拿大的观察棒(viewing wand)：这是第一个无线神经导航装置。

(七) 快速原型制作技术及制作组织器官原型

快速原型制造技术(rapid prototyping manufacturing technology，RPMT)20世纪80年代起源于日本，迅速在欧美得到发展和应用，国内也在20世纪90年代开始研究和应用。快速原型制造技术的发展与CAD/CAM技术、数控技术、激光加工技术和材料技术的进步以及机械工程、检测技术、电子与信息技术密切相关，与电铸、电弧喷涂、等离子喷涂、等离子熔射成型、浇注、精密铸造和电火花等特种加工方法相结合。

1. 快速原型制作技术及制作组织器官原型的必要性 在计算机屏幕或胶片上显示的三维图像实际上是二维的，不能直观地显示三维几何形状实体，在二维图像的基础上难以有效地计划复杂的三维手术操作，目前的计算机虚拟现实技术在构建解剖模型时还有待于提高。在检查解剖复杂的区域时，观察二维图像，损伤或病变情况不够直观，对病情判断比较困难，三维图像可以在任意角度和方向进行观察，测量体积和表面积，对感兴趣区进行选择性的三维重建为医生提供了直观的图像，有助于减少判断错误，但是，对于一些少见或严重变形的解剖结构，在屏幕或胶片上还是难以理解。三维解剖图像显示组织器官的效果不如实物直观，多个骨块的移动或整合在屏幕或胶片上也难以显现，这促进了快速原型制作的应用，获得的模型可以用于手术设计、手术模拟等。

2. CT或MRI数据转换 在CT或MRI数据中包含了每一个局部的所有图像体素特征，对图像的分割、区域增加或叠合可以产生局部的三维图像，将这些数据传输进行精密加工的数控机床或快速原型制作设备并加以转换，可以直接产生与解剖区域相似的模型或人工植入物。已有许多商业软件可以进行这种数据的转换并与CAD/CAM系统或快速原型制作设备形成直接接口。

3. 制作局部组织器官模型的方法 在CT或MRI等图像基础上制作局部组织器官模型有两类方法，CAD/CAM技术和快速原型制作技术。

(1) CAD/CAM技术：用CAD/CAM技术通过数控车床切削泡沫、塑料、蜡或金属等材料，此法只能还原出外部轮廓，不能制造出精细的内部结构，对于内部结构复杂的器官和解剖部位，如颅颌面部就显得有些不足。

(2) 快速原型制作技术：利用RPMT可以比较精确地复制CT或MRI影像中所包含的结构信息，通过这种模型，外科医生可以直观地了解复杂的解剖部位的几何形状，比较

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

精确地制定手术计划并在此基础上练习手术，比二维平面上显示的图像提供了更多的信息，这种精确的物理模型可以对个体化植入物的大小、形状提供精确的数据，如在修复颌骨缺损时，不仅可以获得满意的形态恢复，还可以使用生物材料制作的人工植入物内具有合理的孔隙结构或类似骨小梁的结构，以便于成骨过程进行，并可以提供详细的手术计划和预演。

目前可采用 RPMT 的方法有以下几类：立体印刷成型，采用低能量紫外线激光扫描光敏树脂形成，表面质量好，但成型中存在体积变化；激光选域烧结法，用中等能量的激光束扫描粉末材料，使粉末熔化或黏结形成，精度高；熔融沉积制造法，用热塑材料，通过计算机控制 x-y 轴运动的喷嘴喷出形成，成本低，精度较低；分层实体制造法，用热活性黏合剂覆盖的纸为材料，在其上移动激光束切割形成，可制造大尺寸原型，精度、强度和刚度高；多相喷墨凝固法，用不同黏度的粉末或球形材料，以喷嘴喷出液态材料制造成金属或陶瓷模型；三维打印法，喷出液态黏合剂在一层层金属或陶瓷粉末上形成，适于制作非均质和多孔型结构，直接用成骨材料进行人工植入物制作还需要进一步研究。

总之，利用虚拟人和患者个体的局部解剖及特异组织器官三维影像重建及显示模型可以在计算机上进行外科手术设计和手术模拟，进行个体化植入物和手术模板设计，利用先进的制造技术可制作个体化的植入物和骨骼模型。在获得的模型上可以进行手术模拟，通过实物验证所设计的手术方案是否可行，从而为精确地进行手术打下了基础。尽管目前商业用软件可以解决数据的转换，如 Surgi CAD、Med-Link、MINICS、Med CAD 等，应用比较复杂，成本也比较高，但是，影像学检查和快速原型制作所增加的成本可以被高的手术成功率和缩短的手术时间所抵消。

（八）医用机器人

医用机器人（medical robot，MR）在外科手术中具有两个重要作用，进行立体定位和进行手术干预。医用机器人和计算机辅助外科综合了当今医学领域的先进设备（医用机器人、计算机辅助外科主处理系统、成像设备、立体定位系统）为外科医生提供信息和辅助。计算机辅助外科与通信技术的融合，通过虚拟医院操纵医用机器人可以实现远距离手术。医用机器人的安全性能一定要有可靠的保证，所有动作不能出现错误。

1988 年应用的 PUMA200 机器人系统为六轴工业机器人，它与 CT 扫描仪相连，在 CT 图像上识别出目标后，将机器人移动到特定位置，探头引导器指向目标进行定位，相对精度达到 0.05mm。

第二节　计算机辅助修复前外科

计算机辅助外科技术在颅颌面疾病包括肿瘤、畸形和创伤等诊治中的应用包括了研究颅颌面部局部解剖，颅颌面部三维影像重建和观察以及基于 CAD/CAM 基础上的原型模型建立，通过建立并分析计算机图像模型和快速原型可以帮助更深入地了解病损的范围、程度等情况。在计算机辅助修复前外科的实践中上述内容同样都在应用，而影像和模型结合对于研究和比较牙列缺损或缺失及其与正常状况的差异，对设计和获得比较理想的修复更有帮助。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

一、计算机辅助口腔颌面外科的发展

口腔颌面部解剖复杂，尽管口腔颌面外科医生十分熟悉局部解剖，但是，仅依靠人的手、眼系统常常难以感知立体的解剖结构，医生的经验和知识也会产生很大的影响，而利用计算机辅助外科手段可以建立一个虚拟的三维立体界面，交互进行仿真操作，在手术前了解和复习解剖结构，预演手术操作，提前考虑手术中可能遇到的问题，手术中可以通过虚拟现实技术看到操作部位的解剖结构，经人工干预或机器人照术前制定的手术方案进行手术，提高手术的质量和安全性，计算机辅助外科技术很早就受到口腔颌面外科医生的注意和重视，在计算机辅助口腔颌面外科领域中已有许多研究和成功应用的范例。

20 世纪 80 年代，三维影像重建和显示的研究和应用就已经在口腔颌面外科开展，而在正颌外科等已经用计算机进行手术前诊断，制订手术方案和模拟手术前后面部形态变化，尔后，靠计算机辅助的模型外科为临床工作提供了很大帮助。进入 20 世纪 90 年代后，应用快速原型技术制作三维颌面部或病损区域模型逐渐增多，尤其在颌面部组织缺损修复重建和整形时显示了计算机辅助外科的优势，计算机辅助口腔颌面外科的应用多集中在种植外科、颞下颌关节和关节镜外科、颌面部整形或截骨手术（正颌外科、创伤后畸形矫正、设计颅颌面骨骼的整形外科手术）、颌面部异物取出或引导穿刺组织活检和肿瘤切除及组织缺损修复重建等方面。

计算机辅助外科技术在种植领域中已有较广泛的应用，在影像检查中头颅 CT 或牙科专用 CT 都可以为种植外科提供局部的详细的数据，帮助确定种植体植入的位置、方向、角度和深度，制作定位模板等等。

在先天性或后天性颌面部畸形的矫正过程中，目前临床医生多依靠经验移动面部骨的位置来改变形态，以定量的方式定义畸形的范围和程度，建立正常的数据库十分重要，目前常用在二维图像上进行头影测量以确定一些离散的参数，如角度、线距离和比例等，此时，失去了三维空间的位置关系，不够准确，利用 CT 和 MRI 等多模图像重建三维影像可以显示、测量和分析颌面部骨组织和软组织的情况，对畸形进行定量形态学的描述，显示颌面部病变或畸形的三维形态和空间位置关系，手术前完善计划和模拟手术，设计并辅助制作人工植入物，在手术中引导人工植入物的植入和就位，有效地矫正畸形，评价手术效果。

利用快速成型技术还有可能构建骨组织工程支架，其结构更接近真实情况。

二、计算机辅助修复前外科的实施

（一）影像诊断和分析

计算机辅助医学影像诊断和分析对于修复前外科有重要的价值和帮助，尤其是种植外科，利用 CT 原始横断、冠状和矢状重建图像，可以显示颌骨的解剖形态、大小以及余留牙的情况，可以提供无放大或变形的全景图像，在垂直于牙槽嵴的断层图像上，可以测量骨量，设计种植体的大小，植入的位置和角度（图 11-1～图 11-6），还可以进行生物力

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

学分析，而预制导板在术中有助于确定种植体植入的位置和角度，使种植手术更精确和安全。

在临床工作中，有时依靠经典的解剖学方法难以获得更多的局部解剖信息，口腔颌面外科医生更多地依靠医学影像来提供患者的疾病状况和三维结构形态及关系，CT 和 MRI 是最常用的手段，三维影像重建和解剖建模对于复杂的局部解剖状况和病情的诊断提供了前所未有的帮助，使临床医生可以一目了然地了解颅颌面解剖尤其是颌骨的详细情况，这在修复前外科有着十分重要的价值，在计算机辅助医学影像诊断的基础上，应用三维有限元分析方法进行相应的生物力学研究对于修复前外科以及义齿或义颌修复的有着非常重要的意义，无论是对修复前颌骨的条件和相互关系的判断、分析修复的条件，还是制定治疗计划或应用和设计植入物都应该有详细和明确的力学分析和评价结果。因此，计算机辅助外科除使复杂的解剖结构直观可视外，计算机辅助医学影像诊断和分析的重要作用是辅助手术设计，包括了辅助外科手术设计及植入物的设计，在影像基础上进行切割、移动，虚拟手术操作，如模拟设计手术切口、入路、截骨部位和平面、植入物安放位置等，通过模拟手术操作，预演手术，可以缩短手术时间，降低手术难度，还有助于培训学生。

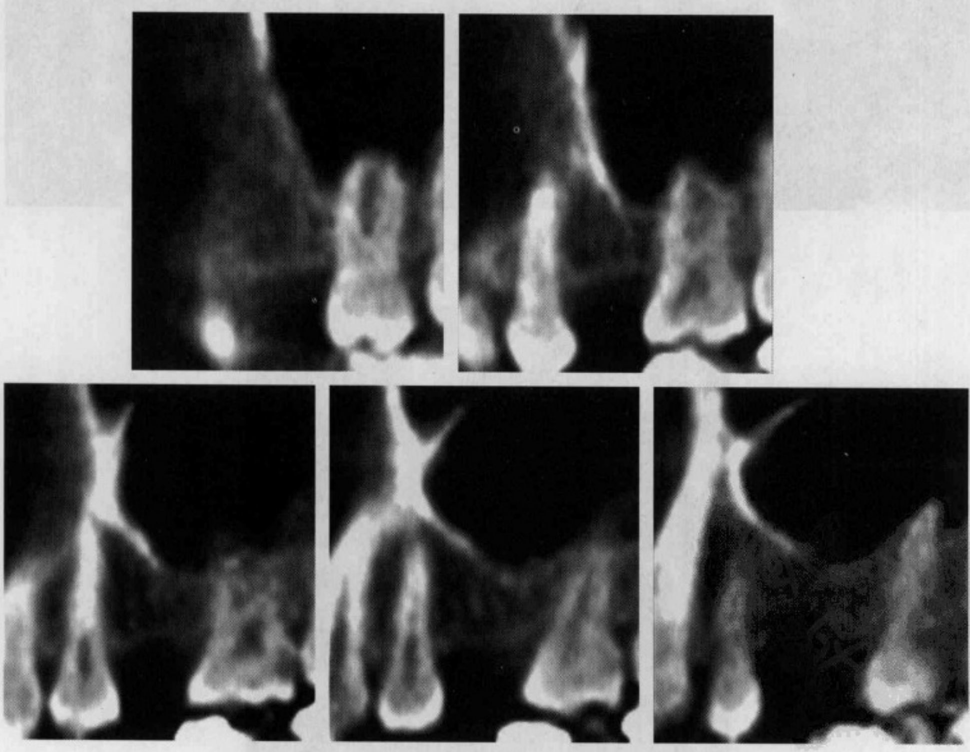


图 11-1　牙科专用 CT 矢状位图像，显示缺牙区及其与上颌窦的关系

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

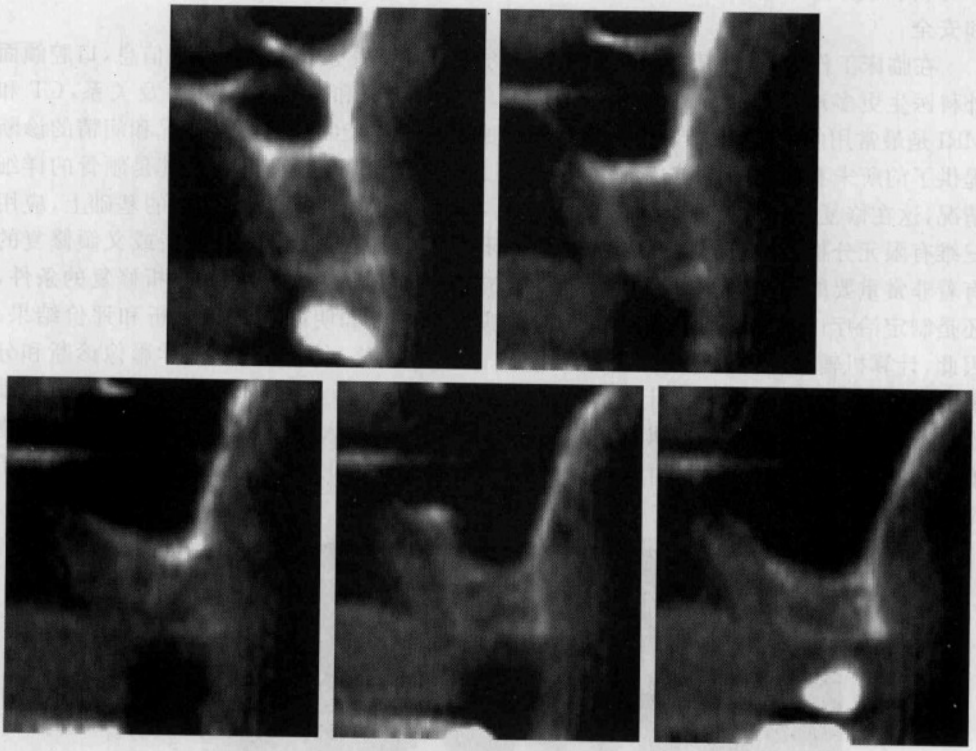


图 11-2 冠状位图像，显示缺牙区骨质颊舌向情况

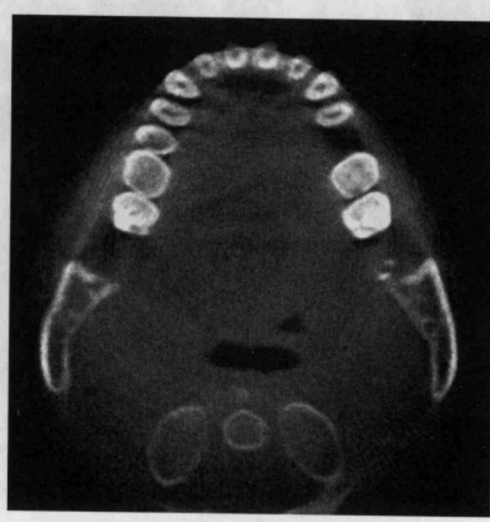


图 11-3 横断位图像

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

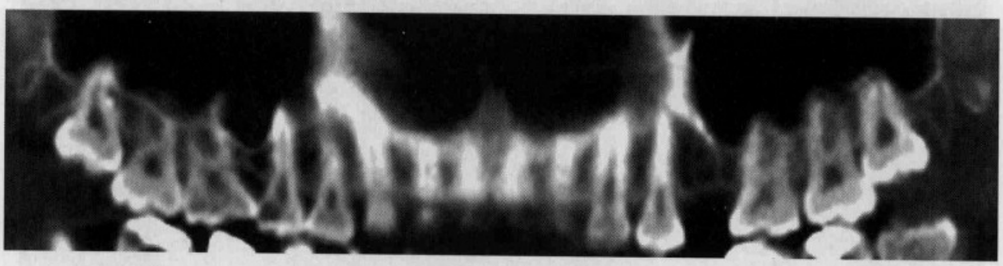


图 11-4 牙科 CT 提供的全景片

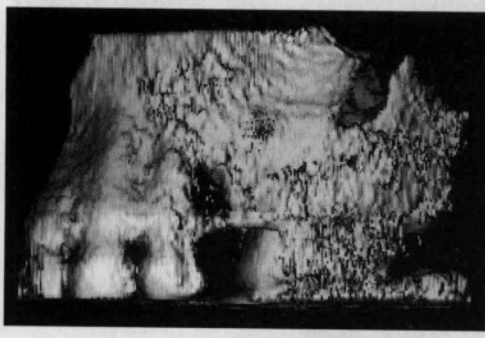


图 11-5 三维重建图像颊侧观

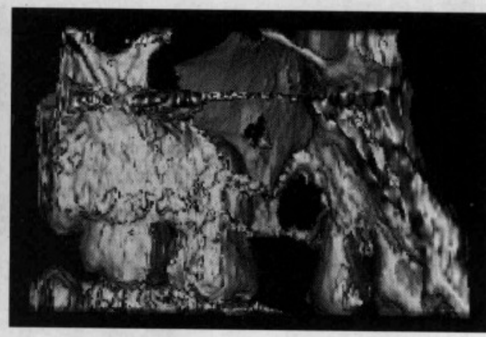


图 11-6 三维重建图像腭侧观

（二）手术设计

利用虚拟人和患者个体的局部解剖及特异组织器官三维影像重建及显示模型可以在计算机上进行外科手术设计和手术模拟，进行个体化植入物和手术模板设计（图 11-7～图 11-10）。



图 11-7 全面骨骨折后错位愈合义齿修复困难

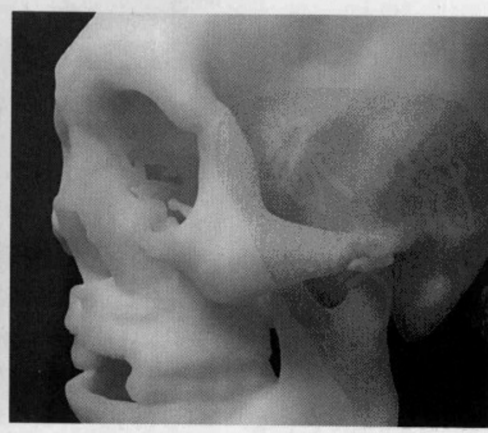


图 11-8 模型显示上下颌骨关系

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

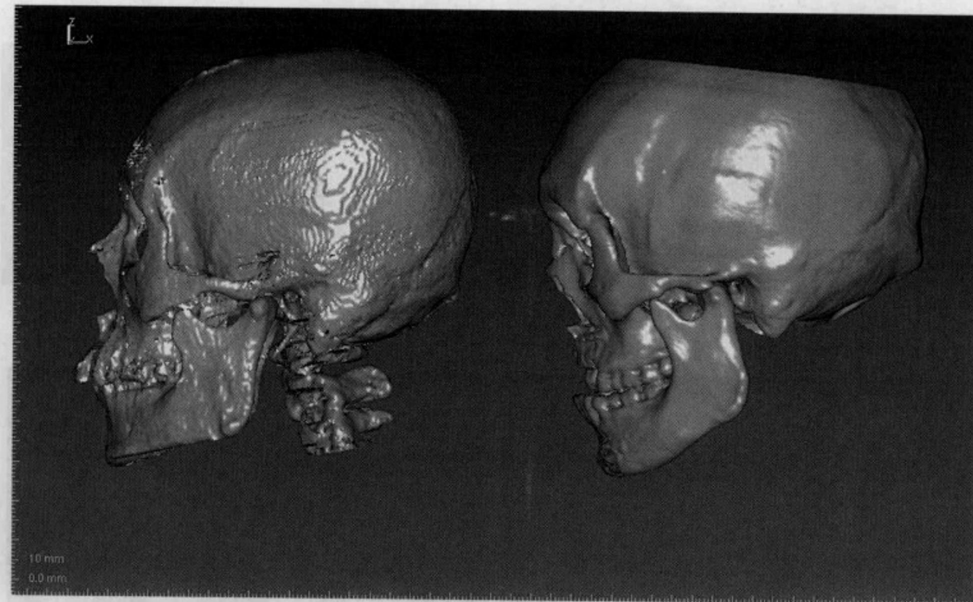


图 11-9　以数据库中正常为参照设计复位手术

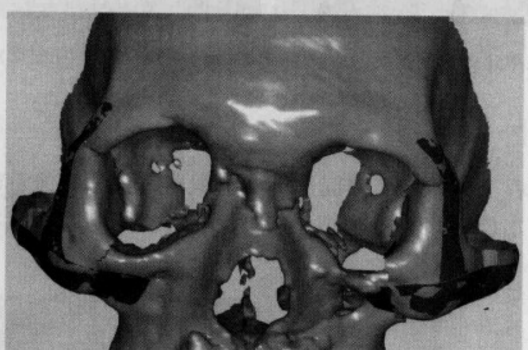


图 11-10　手术及模板设计

（三）快速原型制作

无论三维解剖图像的质量提高到何种程度，显示出的组织器官的效果都不如实物直观，在计算机辅助医学影像基础上获得的模型可以用于更精确的手术设计和手术模拟等操作。利用快速原型制造得到的模型可以充分显示病变部位的解剖，从而避免由于术前对病变及其周围状况了解不足而在术中感到措手不及，特别是在诊治陈旧性的复杂的颅颌面骨折时模型更有帮助。

在获得的快速原型模型上进行模型外科，模拟手术，进行切开骨段、移动和恢复颅颌面部骨性组织位置及正常连续性等操作，比较由于骨折移位造成的面部畸形与正常之间的差异，对于单侧畸形者，可以利用镜像原理，经计算机处理，获得对畸形的修正计划，而对于双侧均有骨折错位愈合造成畸形者，可以参照正常人的数据比较精确地确定手术的范围并在

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

术前计划好重建修复。同时，在模型上可以更精确地设计并确定个体化的植入物固定骨段并检验植入物与患者局部的匹配状况(图 11-11，图 11-12)。

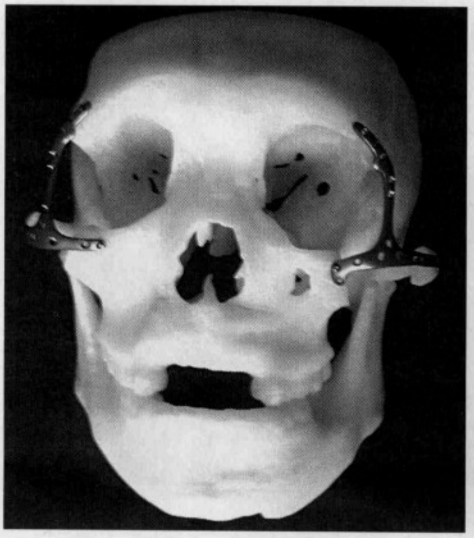


图 11-11　完成模型外科并制作钛合金模板

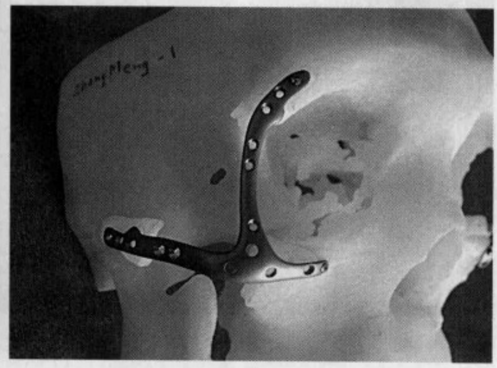


图 11-12　在模型上模拟手术

影像和模型还是医患之间交流和沟通的良好媒介，使医生的解释工作容易为患者理解，为医生之间和医患之间交流提供平台。由于手术前的充分准备，明显地缩短了手术时间，减少手术并发症。

在模型的基础上可以进行个体化植入物的设计和制作，植入物设计要符合生物力学要求，尤其实在下颌骨，要减少扭力和剪切力。制作模板指导骨瓣定位、就位和塑形，进行术中导航。

(四) 术中导航

非图像依赖导航的方式很多，在修复前外科中可以进行个体化植入物设计与制作，将影像检查和快速原型制作与钛铸造技术结合，设计并制作个体化的钛支架，既可以在手术中充当定位模板，引导植骨或骨段移动及就位(图 11-13～图 11-17)。制作模板帮助种植体植入，在利用牵张成骨技术进行牙槽嵴增高时，可以引导牵引器就位，确定垂直牵引时牵引轴的方向，在上颌骨、颧骨及颅骨等部位可利用制作个体化钛植入物

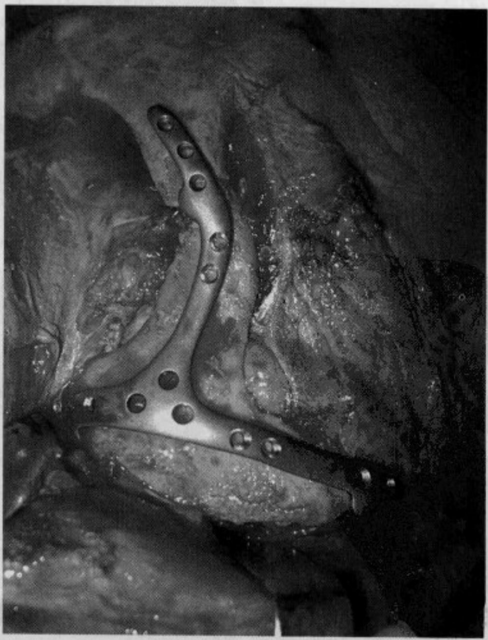


图 11-13　手术中模板引导骨段移动就位

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

恢复外形。也可利用图像依赖导航方式，将术前的多种二维图像进行重建，获得三维图像，在术中提供手术区域的图像，综合显示，帮助手术器械导航，与机器人结合则可进行远程手术。

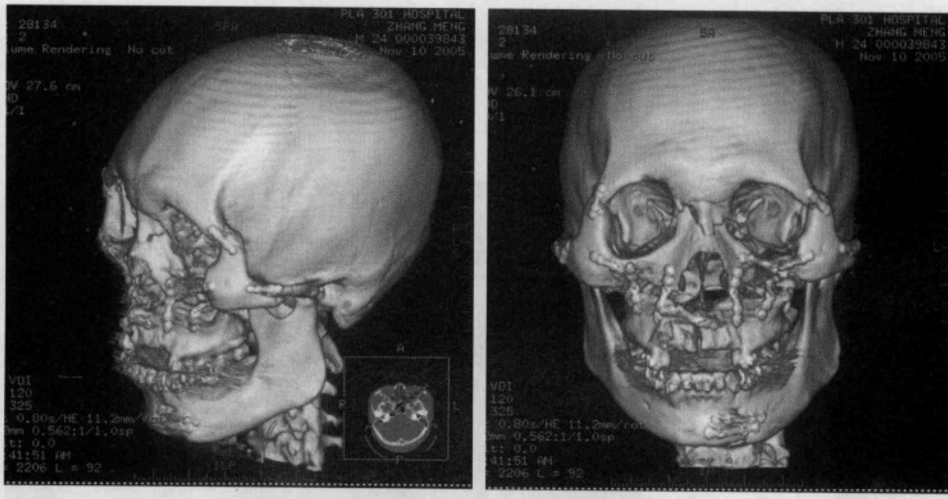


图 11-14 手术后 CT 显示骨复位和固定情况

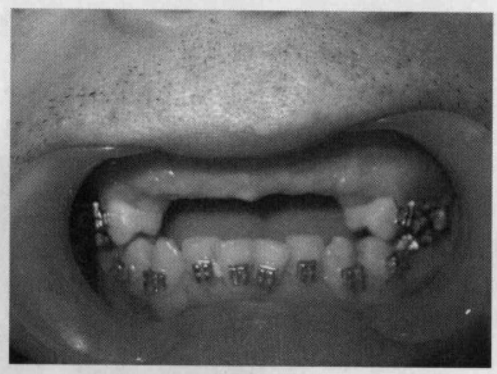


图 11-15 手术后颌骨关系和牙齿咬合关系改善

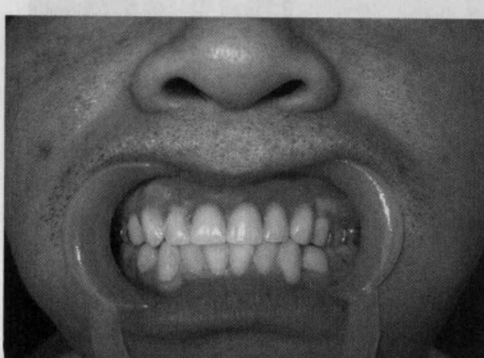


图 11-16 完成义齿修复

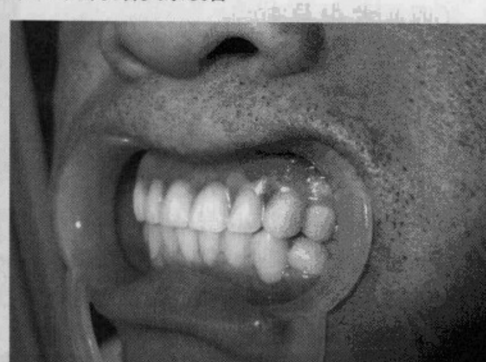


图 11-17 义齿修复完成后侧面观

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第三节 计算机辅助外科应用的制约

目前的科学技术水平在很大程度上还制约着计算机辅助外科应用,如医学影像的精度影响了建立的模型的精度,快速原型制造技术可以制作精度高和结构复杂的颅颌面模型,但是直接产生生物相容性的植入物尚有困难,材料选择、配方、成型工艺等尚需进一步研究。其他问题,如设备昂贵,在任何环节出现偏差都将影响系统精确性,而错误引导将导致手术失败等第也限制了计算机辅助外科的广泛应用。

软组织畸形也限制影像导航系统的应用,现有术前所获得的影像均不足以确切地反映患者真实的和术中的组织形态,利用术中 MRI 和超声影像可以暂时解决一些问题,还有待于进一步完善。

不过我们应该看到,计算机辅助外科具有的应用价值,准确的复位有利于创伤愈合、功能和外形恢复,明显提高了手术操作的可预见性和精确性,丰富了创伤治疗的内容,减轻患者痛苦,详尽的术前计划使手术更安全有效,缩短手术时间,这些都将促使人们进一步的深入研究,在不远的将来,计算机辅助外科一定会在颌面外科诊治中尤其是修复前外科治疗中发挥极为重要的作用。

我们应该思考的是我们还能利用计算机辅助口腔颌面外科技术做些什么?我们还希望计算机辅助口腔颌面外科或计算机辅助修复前外科的功能增进什么?

(胡 敏)

参考文献

胡敏,尹音. 1996. 现代颞下颌关节影像学. 北京:人民军医出版社

胡敏,周继林,洪民等. 1996. 髁突应力分布研究. 中华口腔医学杂志,31:214~216

胡敏,周继林,洪民等. 1993. 三维影像重建的临床应用. 口腔颌面外科杂志,3:129~131

李岩峰,胡敏. 2005. 口腔医学领域应用的快速原型制造技术新进展. 中华老年口腔医学杂志,3(3):182~184

铃木直树,高津光洋. 1996. バ-チャルリアリティ-を用いれ外科手術シミュレ-ション. 醫科器械學,66:709~713

Barmett GH, Kormos DW, Steiner CP et al. 1993. Use of a framaless, armless stereotactic wand for brain tumor localization with two-dimensional and three-dimensional neuroimaging. Neurosurgery, 33:674~678

Bettega G, Dessenne V, Raphael B et al. 1996, Computer-assisted mandibular condyle positioning in orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg, 54:553~558

Burghart CR, Muenchenberg JE, Rembold U. 1998. A system for robot maxillofacial surgery. Stud Health Technol Inform, 50:220~226

Chang JK, Jeong DY. 1997. Development of a custom designed TAH using rapid prototyping. J Am Soc Artif Int Organs, 43:467~665

Cooke MN, Fisher JP, Dean D et al. 2003. Use of stereolithography to manufacture critical-sized 3D biodegradable scaffolds for bone ingrowth. J Biomed L Mater Res, 64B(2):65~69

Eggers G, Muhling I, Marmulla R. 2005. Template-based registration for image-guided maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg, 63(9):1330~1336

Ewers R, Schicho K, Undt G et al. 2005. Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review. Int J Oral Maxillofac Surg, 34:1~8

Ewers R, Schicho K, Wagner A et al. 2005. Seven years of clinical experience with teleconsultation in craniomaxillofacial

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

surgery. J Oral Maxillofac Surg, 63:1447～1454
Ganz SD. 2005. Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guides. J Oral Maxillofac Surg, 63:59～71
Gellrich NC, Schramm A, Hammer B et al. 2002. Computer-assisted reconstruction of unilateral posttraumatic orbital deformity. Plast Reconstr Surg, 110(6):1417～1429
Harmulla R, Hassfeld S, Luth T et al. 2003. Laser-scan-based navigation in cranio-maxillofacial surgery. J Craniomaxillofac Surg, 31:267～277
Hoffman I, Westendorff C, Gomez-Roman G et al. 2005. Accuracy of navigation-guided socket drilling before implant installation compared to the conventional free-hand method in a synthetic edentulous lower jaw model. Clin Oral Implants Res, 16:609～614
Hoffman I, Westendorff C, Leither C et al. Validation of 3D-laser surface registration for image-guided cranio-maxillofacial surgery, J Craniomaxillofac Surg, 33:13～18
Hollister ST, Levy RA, Chu TM et al. 2000. An image-based approach for designing and manufacturing craniofacial scaffolds. Int J Oral Maxillofac Surg, 29:67～71
Kato A, Yoshimine T, Hyakawa T et al. 1991. Armless navigational system for computerassisted neurosurgery. J Neurosurgery, 74:845
Keeve E, Girod S, Kikinis R et al. 1998. Deformable modeling of facial tissue for craniofacial surgery simulation. Comput Aided Surg, 3:228～238
Kofod T, Pedersen TK, Norholt SE et al. 2005. Stereolithographic models for simulation and transfer of vector in vertical distraction of the mandibular ramus: a technical note. J Craniofac Surg, 16(4):608～614
Kwoh YS, Reed IS, Chen JY et al. 1985. A new computerized tomographic-aided robtie stereotaxie system. Roboties Age, 17～22
Leichter I, Fields S, Nirel R et al. 2000. Improved mammographic interpretation of masses using computer-aided diagnosis. Eur Radiol, 10:377～383
Luboz V, Chabanas M, Swider P et al. 2005. Orital and maxillofacial computer aided surgery: patient-specific element models to predict surgical outcomes. Comput Methods Biomech Biomed Engin, 8(4):259～265
Mankovich NJ, Cheeseman A, Stoker NG. 1990. The display of three-dimensional anatomy with steteolithography models. J Digit Imaging, 3(3):200～203
Mankovich NJ, Samson D, Prau W et al. 1994. Surgical planning using three-dimensional imaging and computor modeling. Otolaryngol Clinic North Am, 27:875～889
Marmulla R, Luth T, Muhling J et al. 2004. Markerless laser registration in image-guided oral and maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg, 62:845～851
Merloz P, Tonetti J, Pittet L et al. 1998. Computer-assisted spine surgery. Computer Aided Surg, 3:297～305
Nijmeh AD, Goodger NM, Hawkes D et al. 2005. Image-guided navigation in oral and maxillofacial surgery. Br J Oral Maxilla Surg, 43:294～302
Perry M, Banks P, Richards R et al. 1998. The use of computed-generated three-dimensional models in orbital reconstruction. Br J Oral Maxillofac Surg, 36:275～284
Petzold R, Zeilhofer HF, Kalender WA. 1999. Rapid prototyping technology in medicine-basic and applications. Comput Med Imaging Graphics, 23(5):277～284
Poukens J, Haex J, Riediger D. 2003. The use of rapid prototyping in the preoperative planning of distraction osteogenesis of the cranio-maxillofacial skeleton. Comput Aided Surg, 8(3):146～154
Sandeman DR, Patal N, Chandler C et al. 1994. Advanced in image-directed neurosurgery: preliminary experience with ISG viewing wand compared with the leksell G frame. Br J Neurosurgery, 8:529
Schep NW, Broeders IA, van der Werken C. 2003. Computer assisted orthopaedic and trauma surgery. State of the art and future perspective. Injury, 34:299～306
Stindel E, Briard JL, Merloz P et al. 2002. Bone morphing: 3D morphological date for total knee arthroplasty. Comput Aided Surg, 7:156～168

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Stindel E, Gil D, Briard JL et al. 2005. Detection of the center of the hip jiont in computer-assisted surgery: An evaluation study of the surgery algorithm. Comput Aided Surg, 10:133～139

Tan KH, Chua CK, Leong KF et al. 2003. Scaffold development using selective laser sintering of polyetheretherketone-hydroxyapatite: biocomposite lends. Biomaterials, 24(18):3115～3123

Wang D, Zhang Y, Wang Y et al. 2005. Cutting on triangle mesh : local model-based haptic display for dental preparation surgery simulation. IEEE Trans Vis Comput Graph, 11:671～683

Watanabe ET, Watanabe S, Manaka S et al. 1987. Three-dimensional digitizer(Neuronavigator): New equipment for CT-guided stereotactie surgery. Surg Neurol, 27:543

Watzinger F, Wanschitz F, Rasse M et al. 1999. Computer-aided surgery in distraction osteogenesis of the maxilla and mandible. Int J Oral Maxillofac Surg, 28:171～175

Watzinger F, Wanschitz F, Wagner A et al. 1997. Computer-aided navigation in secondary reconstruction of post-traumatic deformities of the zygoma. J Craniomaxillofac Surg, 25:198～202

Whimster WF, Cookson MJ, Salisbury JR. 1995. 3-D reconstruction and quantification of pathological tissues. Pathologica, 87:279～285

Wong TY, Fang JJ, Chung CH et al. 2005. Comparison of 2 methods of making surgical models for correction of facial asymmetry. J Oral Maxillofac Surg, 63:200～208

Zhao L, Han H, Patel PK. 2002. Finite element(FE) modeling of the mandiblar: from geometric model to tetrahedral volumetric mesh. Stud Health Technol Inform, 85:593～596

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第十二章 康复治疗与修复前外科和赝复治疗

严格地讲，由于创伤或肿瘤切除等原因造成的口腔颌面部组织缺损或功能障碍应该是一种残疾。义齿修复与安装假肢是一样的，康复治疗就是要用各种措施减轻疾病对功能的影响，包括了医学、社会及教育方面。随着社会的进步和医学科学等科学技术的发展，对医学的要求在逐步提高，不仅要求要治愈疾病，而且要求最好在治疗后不遗留功能障碍或最低限度地留下畸形和功能障碍，在完成治疗后要有良好的各种功能，从而提高患者的生活质量。康复治疗就是要完善外科治疗，减少术后伤残或病残的发生，口腔修复前外科后的康复治疗的目的就是要有效地恢复口腔颌面部的功能，如咀嚼、吞咽、语言和表情等功能。不过，在口腔医学的临床实践中，康复治疗的概念尚未充分建立起来，还有很多工作要做。本章的目的是希望抛砖引玉，引起大家对康复治疗在口腔医学或具体讲，在修复前外科和修复学以及赝复体修复颅颌面部缺损的过程中的应用和效果的关注。

第一节 康复治疗的基本概念

康复的含义是指恢复到原来的健康状态，康复治疗在 20 世纪 40 年代以后逐步发展，目前，康复医学正逐渐成为一门新兴的、独立的和综合的学科。康复的最终目的是恢复受损害的功能，由于损伤或疾病的性质以及严重程度的不可逆性，治疗结果也有千差万别。

一、康复治疗的概念

康复治疗的对象或目标不是某一种疾病，康复治疗是针对患者的整体。因此，康复医学与预防医学、临床医学和保健医学等密切相关，彼此交叉。康复医学的神经康复学、骨科康复学和老年康复学等分支已经有比较充分的发展。现代康复医学与口腔医学有着密切的关系，修复前外科重点就是处理先天的或获得性的牙齿、颌骨及软组织以及口、鼻、耳和眼等缺损造成的畸形和功能障碍，为功能恢复奠定基础。康复医学有助于完善临床治疗效果，更加理想地恢复功能。但是，口腔康复学研究还不够系统，还有待于人们的努力。

(一) 康复医学与口腔颌面康复治疗

康复医学是研究运动功能及其障碍，伴随运动功能障碍出现的残疾以及通过治疗改善功能的学科，康复医学要采用多种学科和多种专业的方法和手段进行治疗，对于口腔医学问题来讲，康复治疗的手段包括了专业治疗、物理治疗、作业治疗、语言训练治疗以及中医治疗和义齿、义颌和赝复体的制作、佩戴等。总体上看，康复医学和口腔临床医学不是截然分开的两个部分，是诊治患者过程中相辅相成的两个不同的重点。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（二）康复治疗

康复治疗不同于临床治疗之处在于，它不仅仅是关注对损伤或疾病的治疗，而且要减少和防止病残的发生，自治疗开始，就要考虑功能的恢复和是降低病残发生率。也就是说，康复治疗着重于功能恢复，而一般临床治疗的重点则在于控制病理过程的发展，努力逆转疾病过程。在口腔临床医学中，在拔除牙齿或截除颌骨等治疗时，就应该为义齿或义颌修复做好准备，以便患者恢复咀嚼功能、语言功能和吞咽以及面部外形，康复治疗不是在临床的各种治疗工作结束后才开始，而是贯穿于整个治疗过程始终，并且延续到临床治疗结束后。

二、影响康复治疗的因素

康复治疗是多学科交叉的过程，许多因素会对这个过程产生各种各样的影响，诸如口腔颌面部创伤或其他疾病的严重程度，治疗尤其是外科治疗的过程和结果，医生对康复医学的认识和了解状况，社会因素以及患者本人对康复治疗的认同和接受程度等。

（一）疾病与治疗

1. 口腔颌面部疾病 疾病发生的部位、性质和程度对于日后的康复结果有着直接的和重要的影响。疾病愈重，手术后缺损愈大，治疗效果差，患者愈难以适应，康复治疗难以进行。

2. 外科治疗 临床治疗过程，尤其是外科治疗对康复的结果有很大影响，手术技巧精湛，手术中创伤小，组织愈合恢复快，手术后功能恢复可能快，但是，如果只考虑手术技巧，忽视了患者可能出现的整体反应和对患者进行功能训练，康复治疗将难以取得理想的效果。涉及骨或关节的手术，手术后粘连必然发生，康复治疗不够及时的话，粘连严重，功能受到严重影响。外科医生应当充分重视康复治疗，发挥手术与康复治疗的互补作用，使康复治疗过程缩短，提高治疗效果。

3. 并发症 口腔颌面部手术之后常会出现程度轻重程度不一的并发症，严重导致张口受限、颞下颌关节强直、语言及吞咽等功能受损。面容毁损使患者心理变态，拒绝与外界接触，远离社会，严重且顽固的并发症会影响康复治疗的进行，而且可能使康复治疗效果很差。有些并发症是可以预防的，从治疗一开始，心理干预就应该随之进行。

（二）医生对预后的判断

早期作出比较准确的预后判断有利于康复，这要求医生了解患者的身体状况、心理素质、病残状况，要充分了解患者的病情、社会心理状况、家庭和就业环境等，和有关专家如口腔修复医师、康复医师、心理医师等共同研究判断，得出结论，制定康复治疗计划，争取最好的康复治疗效果。

（三）社会心理因素

要重视疾病及其治疗结果对患者心理的影响，有些疾病和结果使患者失望、意志消沉，有时疾病可能影响患者的社会交往活动、就业等，患者的经济状况及其家庭成员的态度与关

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

系等也会明显地影响其心理活动。

（四）患者对康复治疗的认识和态度

患者对康复治疗的了解程度及认同感直接影响着康复治疗结果的好坏，无论何种治疗都需要患者积极地配合，康复治疗更是如此，尤其是心理康复治疗，向患者做详尽的解释，取得患者的信任常常是康复治疗成功的前提和必要的保证。

（五）康复治疗方法

康复治疗的方法有多种，根据疾病和患者功能情况选择，有些方法如主动或被动的活动，要患者积极参与，坚持训练，在伤病早期有炎性渗出，水肿或血肿，可用理疗，促进炎症消退，血肿吸收，改善血液循环，防止肌肉萎缩，10 天以后还可开始张闭口运动，锻炼咀嚼肌。两周以后，理疗、按摩、热敷等可有助于改善血液循环，同时应加强张闭口训练。5 周以后，进行理疗防止关节僵硬或强直，减轻疤痕。

第二节　修复前外科与功能评定

为了康复医学而进行的评定要准确地判断功能障碍的性质、部位、范围和程度，要预计此功能障碍的发展情况，由此制定康复治疗的措施。

一、口腔颌面部修复治疗康复评定及其时段

康复评定是制订治疗计划的基础和评价治疗效果的依据。

（一）康复评定

所谓康复评定就是在临床检查的基础上对修复前外科患者口腔功能状况的定性或定量评价，是一种功能评定，应该包括口腔生理功能、心理功能和社会功能。但是，这种功能评定不能完全等同于临床检查，临床检查注重的是疾病本身，如对于牙列缺失的患者，临床检查要了解牙列缺失的时间、目前上下颌骨的关系、骨质疏松的状况、口腔黏膜的状况、牙槽嵴的情况、颞下颌关节状况及全身疾病的情况等，而功能评定还应了解颞下颌关节活动情况、咀嚼肌群的功能状况、患者接受修复治疗的心理准备和预期目标等以便分析修复以后功能恢复状况。

关于口腔颌面部修复治疗康复评定应注重了解口腔生理功能受损和障碍的性质及范围，要明确功能障碍是否涉及心理和社会功能；了解和判定功能障碍的程度，这种功能障碍对患者及其家庭的有何影响，是否影响患者与外界交往，是否限制了患者发挥其社会作用；要详细了解患者对治疗的需求和期望，这需要综合考虑患者的年龄、职业、文化背景、家庭状况和社会地位等；尽量准确地评价每一步治疗的效果，不断修改治疗方案；通过功能评定还要预测治疗结果，客观和合理的预测有助于合理的治疗，既要充分利用各种可能的治疗手段，又要避免过度治疗，同时要使患者及其家属明了可能的治疗结果，避免对结果期望过高或过低。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

（二）功能评定的时段

康复治疗是一个比较长的过程，早期可以每三个月进行一次检测和评定，以后可以每半年进行，而再以后可以每年进行一次。作好随访工作很重要，也许有些患者需要持续多年以至终身。

1. 初期评定　在开始进行修复前外科治疗前进行，要全面了解患者口腔颌面部的功能状况和功能障碍程度，造成功能障碍的原因，评判患者功能恢复的可能性及程度，由此确定治疗目标和治疗计划。

2. 中期评定　康复治疗的中期阶段进行，了解经过一段时间康复治疗后患者功能改善状况，评定治疗是否有效果，如果无效，要仔细分析原因，尔后调整治疗计划和措施，随后进行下一阶段治疗。

3. 后期评定　当康复治疗结束时要判定康复治疗的效果，患者功能改善的状况，为患者制定日后较长时期的自我康复治疗计划和方式。

二、功能评定的内容

对于口腔颌面外科或修复前外科来讲，还需要进行一系列的研究以确定一个评定的标准。

（一）功能评定的方法

功能评定的方法有两大类，定性评定和定量评定。

1. 定性评定　主要是临床检查的内容，口腔颌面部的症状和体征，全身检查的情况，治疗前后的变化等等。

2. 定量评定　局部情况如颞下颌关节活动范围、咀嚼肌力、咬合力、咀嚼效率等，全身状况包括血压、血糖、骨质疏松状况等等。在定量评定中大量使用的是一些评定量表，有自评量表和他评量表之分，前者是由患者对照量表选择答案，多用于心理学和社会学检测，后者由专业人员填写，如颞下颌关节活动范围等，这是对患者的主观评价，此类量表属主观量表。

常用量表有焦虑评定量表（self-rating anxiety scale，SAS）、生活满意度评定量表（life satisfaction rating scale，LSR）、家庭功能评定量表（family assessment device，FAD）、生存质量（quality of life，QL）等。目前使用的量表种类很多，还有一些作者对常用量表修改后使用，在这一评定工作中应注意两点，一是所用量表的实用性，另一是量表的可靠性，前者包括要了解所用量表能否比较全面地反映要评定的内容特征，是否真实可靠，使用应该简便，后者则要求在正式使用前进行一些相关的检测，如所用量表的信度和效度，对同一组患者可在两次不同时间接受同一量表的评定以考验其稳定性。

（二）有关口腔颌面部修复治疗功能评定的内容

1. 颞下颌关节功能评定　主要由关节活动范围体现，影响颞下颌关节活动的因素有许多，可以是关节本身的问题，如关节的损伤、骨折、关节结构异常、重建的关节结构关系和功

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

能恢复不佳以及骨性关节强直等，也可以是关节周围软组织的问题，如肌肉痉挛、长期的关节制动、关节周围软组织瘢痕以及神经疾病导致肌肉瘫痪或无力等。测定颞下颌关节活动范围包括张口度和下颌的前伸以及左右活动范围，测定颞下颌关节活动范围时可以分为主动活动和被动活动。

2. 咀嚼肌功能评定 肌肉功能评定包括了肌肉的肌力及关节活动状况、神经电生理评定以及咬合力计和殆运动仪测定等。肌力检查是康复医学中常用的评定手段，可用手法检查肌力，这是一种定性的评定，使受试的肌肉在一定的姿势位置作标准的测试动作，观察此肌肉完成动作的能力，触及的咀嚼肌主要有咬肌和颞肌，可借助触诊判断肌肉收缩状况，了解肌肉的力量是否正常，但翼内肌和翼外肌触诊较困难，也可用器械检查定量了解肌肉功能，咬合力计是器械检查的一种方式。要判断神经肌肉的功能状态还可用肌电图检查，了解和比较肌肉动作电位的变化，肌电生理检查还可测定神经传导速度和反射状况以及诱发电位。

3. 咀嚼功能评定 测量咀嚼效率，既在一定时间内，对定量食物咀细的程度，这是衡量咀嚼能力的重要的生理指标。

(1) 称重法：要求患者在 20 秒内咀嚼 4g 花生米，完成后全部吐在盛器内并用水漱口将咀嚼物残渣也全部吐出，将所有咀嚼物用孔径 2mm 的筛过筛，未过筛的残渣烤干后称重，按以下公式计算咀嚼效率。

$$\frac{\text{总量}-\text{余量}}{\text{总量}}\times 100\%$$

(2) 吸光度法：在 30 秒钟内咀嚼 5g 花生米，将咀嚼物的悬浊液用光栅分光光度计测定其吸光度值。

(3) 比色法：利用咀嚼物对生物染料苋莱红溶液的吸附作用进行测定。

4. 面神经功能评定 面神经病损表现为面部表情肌运动功能障碍，有面神经麻痹和面神经痉挛两类，前者又分为中枢型和周围型，周围型面神经麻痹可以是 Bell 麻痹，也可以是肿瘤、创伤或手术造成。

临床检查注意观察面部表情肌运动及其对称性，另外还有电生理学检查，包括了直流感应电测定，根据阈值变化和肌肉收缩反应来判断神经和肌肉功能状态，测定强度-时间曲线来检查神经肌肉兴奋性，神经肌肉电图检查在评定中有重要价值。

5. 语言功能评定 构音障碍评定是其中一种，口腔颌面部疾病患者的构音障碍多为器质性构音障碍，构音器官形态异常而导致构音障碍，如先天性唇腭裂患者、牙齿咬合义齿者、手术或创伤造成的构音器官形态或功能损伤等。检查构音器官，利用主观和客观方法进行构音评定包括发音功能的仪器评定。

6. 心理状态评定 包括手术后心理状态评定、情绪评定、疼痛评定以及性格评定等多方面内容。

7. 社会功能评定 社会生活能力评定、生活质量评定以及就业能力的医学评定对患者非常重要。

8. 生存质量评定 在医学领域中生存质量评定是指患者生理、心理和社会功能三个方面的状态评定，常用的评定量表有世界卫生组织生存质量评定量表(WHOQOL-100)、生活满意度量表(SWLS)、疾病影响程度量表(SIP)、健康状况调查问卷(SF-36)和健康生存质量

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表(QWB)等。

生存质量或生活满意度主要是指患者对其健康状况、家庭及社会生活状况等方面的自我满意程度，受到患者个人的感受和判断能力、心理状况、价值观和世界观等多方面的影响，客观的和定量的评定不是十分容易。

三、评定的结果与目的

康复评定的目的是要了解患者存在那些功能障碍或心理障碍，障碍的程度如何，由此确定患者需要接受哪种康复治疗，治疗将达到什么目标，尔后着手制定康复治疗计划。治疗结束后要通过评定判断治疗的效果。通过评定要了解口腔颌面部障碍的类型和障碍的程度，从而确定康复治疗的目的。

第三节　康复治疗的过程和基本方法

一、康复治疗的过程

康复治疗的实施要按一定的步骤进行。

(一) 康复评定

对患者进行康复评定就是要了解和掌握患者全身状态以及心理状态，在此基础上判断患者因伤或病致残的程度，通过各种检查和测试手段了解患者颌面部缺损修复后的状况，义齿、义颌或赝复体修复效果以及患者的心理、智力、性别、年龄等，分析诸多因素中对康复治疗有利或不利的因素，要估计患者的咀嚼、语言等功能可能恢复的程度，判断赝复体或义齿和义颌修复后对患者的容貌改善有多大作用，判断患者的心理状况能否很好地接受康复治疗，以便做出尽可能合理的治疗计划。

(二) 康复治疗计划

根据评定结果，会同有关专家制定行之有效的康复治疗计划，包括了义齿、义颌以及赝复体制作和佩戴，相应的康复护理、运动疗法以及理疗和心理疏导等措施。在制定康复治疗计划时，首先要设定合理的、预期能够实现的康复目标，如在修复前外科完成后能否进行义齿或义颌修复，用何种类型义齿或义颌修复，修复后咀嚼等功能恢复可能达到何种程度，张口度能达到何种程度等等。

(三) 康复治疗的实施

依据康复计划逐步进行，各有关科室要密切配合，在治疗过程中要仔细观察患者的恢复情况、对治疗措施的反应等，必要时及时调整治疗手段。

(四) 再次康复评定

在康复治疗的整个过程中，应该定期、反复进行检查和评定工作，掌握康复治疗实施是

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

否顺利，患者恢复的速度和程度，能否达到预期目标，最终要确定康复治疗结束时是否达到了预期目标。

二、康复治疗的基本方法

无论何种原因造成的口腔颌面部缺损并影响功能和容貌，都会对患者带来程度不同的精神创伤，康复治疗的每一步都需要患者积极配合，因此，临床医生不仅要熟知各种康复治疗手段的作用和具体实施步骤，向患者详细地解释，还要强调心理治疗的重要性。

（一）物理治疗

物理治疗方法是康复治疗的基本手段，包括理疗和运动治疗两大部分。

1. 理疗 理疗有多种手段，根据不同目的选用。

(1) 电疗法：电疗法包括了直流电疗法、电刺激疗法及高频和超高频电疗法。①直流电疗法，应用电压 50～100V 直流电进行治疗，使体内带电离子、水分和胶体微粒发生转移，产生电解、电泳和电渗，促进局部血液循环，改善营养和代谢以利于组织再生和修复。②电刺激疗法，应用 1000Hz 以下低频脉冲电流或 1000～100 000Hz 间的中频脉冲电流进行治疗，使神经和肌肉组织兴奋，有助于镇痛、改善血液循环、消除肿胀，可以分为感应电疗法、间动电疗法、经皮电刺激神经疗法、音频电疗法等多中方式。③应用 100kHz 以上的电流进行治疗，高频电流对神经肌肉无刺激作用，主要是有明显的产热作用，有利于改善血液循环。

(2) 光疗法：光疗法包括了日光和人工光源。①可见光疗法，应用波长 760～400nm 的光线进行治疗，有不同的颜色，作用也有所不同。②紫外线疗法，这是波长 400～180nm 之间的光化学射线，可以分为三个波段，400～320nm、320～280nm 和 280～180nm，中间者具有增强免疫、刺激组织再生和愈合的作用，后者主要用于杀菌。③红外线疗法，应用波长 760～40nm 的热辐射线进行治疗，随着波长增加，红外线对组织的穿透能力减弱，红外线可以使组织细胞分子运动加速，毛细血管扩张。④激光疗法，高功率激光主要用于手术切割和止血等用途，低功率激光经穴位或局部照射可以起到改善血液循环等作用，配合使用光敏剂，激光治疗可以帮助进行肿瘤的诊断和治疗。

(3) 超声波疗法：应用 800～1000Hz 的超声波进行治疗，这是一种机械弹性振动波，作用于人体时对组织细胞产生类似按摩的振动，影响细胞内结构，刺激和改善细胞功能，可以松解组织粘连，软化瘢痕。

(4) 水疗法和生物反馈疗法：前者是利用水的温度等作用对人体产生温度和机械刺激，水静压有使血液重新分布的作用，而在水中放入各种矿物盐可以产生相应的化学刺激作用。后者则是利用电子仪器将身体功能的变化转化为能为人察觉的信号，利用这种信号使患者控制自身的功能以进行治疗。

2. 运动治疗 通过被动运动、主动运动、主动借助运动、抗阻运动等多种手段对患者进行训练，改善关节活动状况，增进肌肉力量，提高协调性，这在颌骨缺损重建和颞下颌关节重建后尤为重要。

(1) 改善颞下颌关节运动：有多种原因可以引起颞下颌关节损伤或重建后功能障碍，关节内和关节周围组织可以发生粘连，如果关节固定时间过长，静脉血和淋巴回流不畅，组织

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

间隙中浆液纤维性渗出物和纤维蛋白沉积，导致粘连发生，关节囊、关节韧带以及关节周围肌肉挛缩使关节功能运动障碍。

关节运动有主动运动、被动运动和主动助力运动，主动运动可要求患者根据张闭口和向其他方向运动中受限的方向和程度进行针对性的活动，进行时动作平稳而缓慢，达到最大幅度后稍维持一段时间，用力程度以稍感疼痛为度，主动运动有助于增强肌肉力量和促进局部血液循环；被动运动则要由患者借助仪器如机械或电动的关节持续活动装置完成，也可由医师进行，治疗中要注意避免暴力；主动助力运动要借助开口器的帮助。在 20 世纪 70 年代以后人们开始使用关节持续被动运动(continuous passive motion，CPM)，一般用来防治关节制动引起的关节挛缩，改善关节血液循环和促进肿胀消退等。

颞下颌关节重建术后的康复和训练非常重要，无论是自体组织移植或是同种异体组织移植，还是人工关节植入，在手术后早期都应开始有计划和有目的的训练，在术后前 3～5 天，应让患者逐步进行张口运动，以无明显疼痛为限度，促进咀嚼肌功能的恢复，术后 1 周开始增加运动的量和幅度，每日可以进行 3～5 次，每次 20～30 分钟，重点还在张闭运动，有一些前伸和侧向运动。术后 3 周开始应有一些负重训练，如进食较软的食物，轻微的负重有助于骨的愈合以及关节功能的恢复。

(2) 咀嚼肌训练：创伤或手术后咀嚼肌的肌力会减退，为恢复和增强肌力的训练包括了主动运动、抗阻力运动和主动助力运动，所谓抗阻力运动就是克服外加阻力的主动运动训练，而主动助力运动则要求患者或医生在颞下颌关节运动中徒手相助。要注意应在无痛的范围内进行训练，否则疼痛将反射性引起肌肉痉挛使训练无效。

(二) 作业疗法

作业疗法是针对患者的功能障碍从日常生活中总结并挑选出一些对患者有意义的动作，这些动作可以有效地恢复患者功能，如张闭口运动、下颌前伸运动等。在设计和制定治疗方案时，应注意作业治疗的每一种活动都要有明确的目的性，要能帮助患者恢复功能。

(三) 心理治疗

患者在身体上的疾病和伤残会在心理上产生不同程度的改变，可能会出现人格的变化，而且，这种变化可能会始终伴随患者以后的人生，从而产生一系列相应的问题，这需要专业的心理医师通过观察、谈话、和做一些心理测试，判断患者有无心理异常，如果存在心理异常，可以利用精神支持治疗、暗示治疗、行为疗法、松弛治疗和音乐治疗等方式，减轻患者症状，改善心理状态，帮助治疗疾病和恢复功能。心理治疗会对康复治疗的实施和效果产生直接的影响，有时可以将其看做康复治疗的关键因素。心理治疗的方法种类繁多，要适当选择。

1. 精神支持治疗　通过劝导、启发、鼓励、同情、支持和说服等方式进行，医师要注意耐心倾听患者的诉说，给出合理的解释，指导患者正确认识自身病情并树立信心。

2. 暗示治疗　用某种信息影响患者的心理活动，如积极暗示、语言暗示、药物暗示、情境暗示和榜样暗示等，暗示治疗成功与否取决于患者对医生的信任程度。催眠术是一种较好的暗示治疗方法，进入催眠状态的患者暗示感受性升高。

3. 行为疗法　主要是进行行为矫正。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

4. 松弛治疗 通过不同的固定的训练程序反复训练，如气功或瑜珈等，最好有安静的环境，柔和的光线和适宜的温度，使患者达到全身放松的目的。

（四）语音训练

口腔颌面部疾病有许多可以影响语音功能，修复前外科修复了组织的缺损，完成义齿、义颌等修复后为语音功能恢复创造了有利的条件后利用各种手段辅助语音功能。

（五）中医治疗

利用中药、按摩、针灸等方法帮助咀嚼、语言等功能恢复。

（六）义齿、义颌和赝复体

义齿、义颌或赝复体可以恢复牙齿缺损、颌骨缺损造成功能障碍，补偿功能活动，赝复体（眼、耳等器官）在修复颅颌面部缺损畸形的同时，有着装饰性作用，对患者的心理康复有着重要的作用。

（七）面神经病损康复治疗

周围型面神经麻痹中，无论是 Bell 麻痹，还是肿瘤、创伤或手术造成的损伤，或是神经移植及重建治疗后，康复治疗都十分重要，主要的作用在于防治并发症，促进受损的面神经再生，保持面部表情肌的质量和功能以便迎接神经再支配，促进面部表情肌功能恢复，解除或缓解心理障碍。按摩、热敷、水疗、光疗、电疗、超声波以及针灸等手段都有助于改善局部血液循环，促进组织水肿的吸收，帮助神经再生，心理治疗常常是有益的。

（胡　敏　田慧颖）

参考文献

方积乾. 2000. 生存质量测定方法及应用. 北京：北京医科大学出版社

中华人民共和国卫生部医政司. 1998. 中国康复医学诊疗规范. 北京：华夏出版社

Allen PF, Thomason JM, Jepson NJ et al. 2006. A randomized controlled trial of implant-retained mandibular overdentures. J Dent Res, 85(6):547～551

de Freitas R, Kaizer OB, Hamata MM et al. 2006. Prosthetic rehabilitation of a bone defect with a teeth-implant supported, removable partial denture. Implant Dent, 15(3):241～247

Delisa JA. 1998. Rehabilitation Medicine: Principles and Practice. 2nd ed. Philadelphia: J. B Lippincott Company

De Santis R, Mollica F, Zarone F et al. 2006. Biomechanical effects of titanium implants with full arch bridge rehabilitation on a synthetic model of the human jaw. Acta Biomater, 3(1):121～126

Hubalkova H, Linetskiy I. 2006. New trends in prosthetic dentistry. Prague Med Rep, 107(2):149～164

Jaeggi T, Gruninger A, Lussi A. 2006. Restorative therapy of erosion. Monogr Oral, 20:200～214

Kida IA, Astrom AN, Strand GV et al. 2006. Psychometric properties and the prevalence, intensity and causes of oral impacts on daily performance (OIDP) in a population of older Tanzanians. Health Qual Life Outcomes, 27(4):56

Liu YM, Chen GF, Yan JL et al. 2006. Functional reconstruction of maxilla with pedicled buccal fat pad flap, prefabricated titanium mesh and autologous bone grafts. Int J Oral Maxillofac Surg, 35(12):1108～1113

Schrag C, Chang YM, Tsai CY et al. 2006. Complete rehabilitation of the mandible following segmental resection. J Surg

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Oncol, 94(6):538～545

Shibahara T, Mohammed AF, Katakura A et al. 2006. Long-term results of free radial forearm flap used for oral reconstruction: functional and histological evaluation. J Oral Maxillofac Surg, 64(8):1255～1260

Takahashi T, Fukuda M, Funaki K et al. 2006. Magnet-retained facial prosthesis combined with an implant-supported edentulous maxillary obturator: a case report. Int J Oral Maxillofac Implants, 21(5):805～807

Tan JC. 1998. Practical Manual of Physical Medicine & Rehabilitation. St Louis:Mosby

van der Bilt A, van Kampen FM, Cune MS. 2006. Masticatory function with mandibular implant-supported overdentures fitted with different attachment types. Eur J Oral Sci, 114(3):191～196

WHO. 1993. The develepment of the WHO Quality of Life Assessment Instrument. Geneva:WHO

Worden A, Challis DJ, Pedersen I. 2006. The assessment of older people's needs in care homes. Aging Ment Health, 10(5):549～557

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

[General Information 本信息由OnlyDown 1.5秋意版生成]
书名=修复前外科与义齿和义颌修复
作者=胡敏，丁仲鹏，田慧颖主编
页码=233
ISBN=7-03-019015-7
SS号=11973194
dxNumber=000006236770
出版时间=2007
出版社=该引擎未提供此项参数
定价：49.00
试读地址=http://book.ccelib.com/bookDetail.jsp?dxNumber=000006236770&d=604889F3511E5D57EB2669AC61AEA882&fenlei=16170506&sw=%D0%DE%B8%B4%C7%B0%CD%E2%BF%C6%D3%EB%D2%E5%B3%DD%BA%CD%D2%E5%F2%A2%D0%DE%B8%B4
全文地址=5d4c9a7bfc8d13a97ec8b457b14ed672/img18/586BD8E03BA89B54235D1BBDAB577B74D937A03221C08582D6B800224A5A97220BABC9A3996CF77D3482C9410EB6EC98A90F389A30427FCDB61F04FBD17C7952FC86B95DD2DC0CE26FF07AB7CB74873E7B608A7A01B429A59AD64CF5BA0B211B3B51C4BDD7459CBD9F497D17FA62BF8390BD/b27/qw/

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

封面
书名
版权
前言
目录
第一章　修复前外科的进展
　第一节　修复前外科概念的变化
　第二节　口腔修复理论的发展
　第三节　材料学的发展
第二章　口腔修复的解剖基础
　第一节　口腔修复对硬软组织的要求
　第二节　牙槽嵴萎缩
　第三节　颌骨周围重要结构及应用
　第四节　用于修复颌骨缺损的组织瓣的应用解剖
第三章　口腔修复的生物力学基础
　第一节　口腔修复生物力学研究的基本手段
　第二节　与活动义齿修复有关的生物力学
　第三节　与固定义齿修复有关的生物力学
　第四节　与种植义齿修复有关的生物力学
　第五节　颌骨相对位置关系的变化与生物力学
第四章　修复前的牙体、牙髓和牙周的准备
　第一节　修复前的牙体治疗
　第二节　修复前牙周治疗
第五章　口腔硬软组织的修整手术
　第一节　牙槽骨修整术
　第二节　下颌隆突修整术
　第三节　上颌结节肥大修整术
　第四节　腭隆突修整术
　第五节　唇颊沟加深术
　第六节　唇系带矫正术
　第七节　舌系带矫正术
　第八节　牙槽突软组织增生修整术
第六章　牙槽嵴增高术
第一节　牙槽嵴绝对增高术——骨性重建
第二节　牙槽嵴相对增高术
第三节　牵张成骨牙槽嵴增高术
第七章　种植外科
第一节　概述
第二节　种植义齿的适应证、禁忌证和成功的标准
第三节　种植体手术基本程序
第四节　骨组织手术
第五节　软组织处理
第六节　种植体手术并发症
第七节　腓骨垂直牵引成骨重建牙槽嵴
第八章　颌骨缺损修复
第一节　颌骨缺损修复与义齿修复
第二节　下颌骨缺损及修复
第三节　上颌骨缺损及修复
第四节　现代技术在颌骨缺损修复中的应用
第九章　为义齿修复进行的正颌外科和颞下颌关节外科
第一节　为义齿修复进行的正颌外科
第二节　为义齿修复进行的颞下颌关节外科
第十章　颅颌面部缺损的赝复体修复
第一节　颅颌面赝复体修复的进展
第二节　颅颌面部赝复体及其修复前外科
第三节　赝复体的制作
第十一章　计算机辅助修复前外科
　第一节　计算机辅助外科的几个基本内容及其作用
　第二节　计算机辅助修复前外科
　第三节　计算机辅助外科应用的制约
第十二章　康复治疗与修复前外科和赝复治疗

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第一节　康复治疗的基本概念
第二节　修复前外科与功能评定
第三节　康复治疗的过程和基本方法

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注